

NEC-1613PCT

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/015612  
21.10.2004

REC'D 18 NOV 2004  
WIPOに記載PCTれて

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

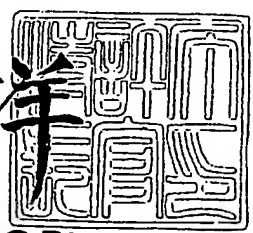
出 願 年 月 日                    2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日  
Date of Application:  
  
出 願 番 号                    特 願 2 0 0 3 - 3 6 0 7 1 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                    [ J P 2 0 0 3 - 3 6 0 7 1 3 ]  
  
出      願      人                    日 本 電 気 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    8 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 7 5 5 8 9

【書類名】 特許願  
【整理番号】 34403308  
【提出日】 平成15年10月21日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G06T 7/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内  
    【氏名】 濱中 雅彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004237  
    【氏名又は名称】 日本電気株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100065385  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 山下 穰平  
    【電話番号】 03-3431-1831  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 010700  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0108202

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

物体の 3 次元データを入力する手段と、前記 3 次元データと参照画像とを比較して照合を行う手段とを備えたことを特徴とする画像照合システム。

**【請求項 2】**

物体の 3 次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度に基づいて照合を行う手段とを備えたことを特徴とする画像照合システム。

**【請求項 3】**

物体の 3 次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手段と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手段と、前記最小距離値としきい値又は前記最大類似度としきい値との比較結果に基づいて照合を行う手段とを備えたことを特徴とする画像照合システム。

**【請求項 4】**

物体の 3 次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像毎に参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像毎に参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手段と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手段と、前記最小距離値又は最大類似度のうち距離値の最も小さい最小距離値の参照画像又は類似度が最も大きい最大類似度の参照画像を照合結果として照合を行う手段とを備えたことを特徴とする画像照合システム。

**【請求項 5】**

前記参照画像は、システム内のデータベース又はネットワークで接続された記憶部の少なくとも 1 箇所に記憶されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

**【請求項 6】**

更に、前記参照画像に対応する補正係数を用いて前記最小距離値又は最大類似度を補正する手段を有することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

**【請求項 7】**

前記演算手段は、参照画像に対応する重み係数を用いて当該参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 2 乃至 4 又は請求項 6 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

**【請求項 8】**

更に、標準 3 次元物体モデルに対応する標準 3 次元基準点を記憶する手段と、標準 3 次元重み係数を記憶する手段と、入力された 3 次元データから 3 次元基準点を抽出する手段と、前記標準 3 次元基準点と前記 3 次元データの 3 次元基準点を用いて前記標準 3 次元重み係数と前記 3 次元データとの座標の対応を求め、前記姿勢候補に応じて前記標準 3 次元重み係数を 2 次元の重み係数に変換する手段とを備え、前記演算手段は、変換された 2 次元の重み係数を用いて前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 2 乃至 4 又は請求項 6 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

**【請求項 9】**

更に、代表的な 3 次元物体モデルを記憶する手段と、前記代表 3 次元物体モデルと参照画像との関連情報を記憶する手段と、入力された 3 次元データと前記代表 3 次元物体モデルとの照合を行い、類似した代表 3 次元物体モデルを選択する手段と、前記関連情報記憶手段に記憶されている関連情報から前記選択された代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像を選出する手段とを備え、前記照合手段は、前記選出された参照画像に関して、前記入

力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 2 乃至 4 又は請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

【請求項 1 0】

更に、代表的な画像を記憶する手段と、前記代表画像と参照画像の関連情報を記憶する手段と、入力された 3 次元データと前記代表画像との照合を行い、類似した代表画像を選択する手段と、前記関連情報記憶手段に記憶されている関連情報から前記選択された代表画像に対応する参照画像を選出する手段とを備え、前記照合手段は、前記選出された参照画像に関して、前記入力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 2 乃至 4 又は請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

【請求項 1 1】

前記補正係数は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による照合スコアに基づいて決定されることを特徴とする請求項 6 に記載の画像照合システム。

【請求項 1 2】

前記姿勢候補は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による最適姿勢に基づいて決定されることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

【請求項 1 3】

前記物体は、顔であることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像照合システム。

【請求項 1 4】

物体の 3 次元データを入力し、前記 3 次元データと参照画像とを比較して照合を行うことを特徴とする画像照合方法。

【請求項 1 5】

物体の 3 次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度に基づいて照合を行うステップとを含むことを特徴とする画像照合方法。

【請求項 1 6】

物体の 3 次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算するステップと、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出するステップと、前記最小距離値としきい値又は前記最大類似度としきい値との比較結果に基づいて照合を行うステップとを含むことを特徴とする画像照合方法。

【請求項 1 7】

物体の 3 次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像毎に参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像毎に参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算するステップと、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出するステップと、前記最小距離値又は最大類似度のうち距離値の最も小さい最小距離値の参照画像又は類似度が最も大きい最大類似度の参照画像を照合結果として照合を行うステップとを含むことを特徴とする画像照合方法。

【請求項 1 8】

前記参照画像は、システム内のデータベース又はネットワークで接続された記憶部の少なくとも 1 箇所記憶されていることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 1 9】

更に、前記参照画像に対応する補正係数を用いて前記最小距離値又は最大類似度を補正することを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 0】

前記演算ステップにおいて参照画像に対応する重み係数を用いて当該参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 又は請求項 1 9 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 1】

更に、入力された 3 次元データから 3 次元基準点を抽出するステップと、前記標準 3 次元基準点と 3 次元データの 3 次元基準点を用いて標準 3 次元重み係数と 3 次元データとの座標の対応を求め、前記姿勢候補に応じて前記標準 3 次元重み係数を 2 次元の重み係数に変換するステップとを含み、前記演算ステップにおいて変換された 2 次元の重み係数を用いて前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 又は請求項 1 9 乃至 2 0 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 2】

更に、入力された 3 次元データと代表 3 次元物体モデルとの照合を行い、類似した代表 3 次元物体モデルを選択するステップと、前記代表 3 次元物体モデルと参照画像の関連を示す情報から前記選択された代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像を選出するステップとを含み、前記照合ステップにおいて前記選出された参照画像に関して、前記入力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 又は請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 3】

更に、入力された 3 次元データと代表画像との照合を行い、類似した代表画像を選択するステップと、前記代表画像と参照画像との関連を示す情報から前記選択された代表画像に対応する参照画像を選出するステップとを含み、前記照合ステップにおいて前記選出された参照画像に関して、前記入力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 4】

前記補正係数は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による照合スコアに基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 9 に記載の画像照合方法。

【請求項 2 5】

前記姿勢候補は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による最適姿勢に基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 5 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 6】

前記物体は、顔であることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載の画像照合方法。

【請求項 2 7】

コンピュータに、物体の 3 次元データを入力する手順と、前記 3 次元データと参照画像とを比較して照合を行う手順とを実行させるためのプログラム。

【請求項 2 8】

コンピュータに、物体の 3 次元データを入力する手順と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手順と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度に基づいて照合を行う手順とを実行させるためのプログラム。

【請求項 2 9】

コンピュータに、物体の 3 次元データを入力する手順と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手順と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手順と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手順と、前記最小距離値としきい値又は前記最大類似度としきい値との比較結果に基づいて照合を行う手順とを実行させるためのプログラム。

【請求項 3 0】

コンピュータに、物体の 3 次元データを入力する手順と、物体の姿勢の候補である姿勢候

補に応じて前記 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像毎に参照画像に近い比較画像を生成する手順と、前記参照画像毎に参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手順と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手順と、前記最小距離値又は最大類似度のうち距離値の最も小さい最小距離値の参照画像又は類似度が最も大きい最大類似度の参照画像を照合結果として照合を行う手順とを実行させるためのプログラム。

【請求項 31】

前記参照画像は、システム内のデータベース又はネットワークで接続された記憶部の少なくとも 1 箇所に記憶されていることを特徴とする請求項 27 乃至 30 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 32】

更に、前記参照画像に対応する補正係数を用いて前記最小距離値又は最大類似度を補正する手順を有することを特徴とする請求項 28 乃至 30 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 33】

前記演算手順は、参照画像に対応する重み係数を用いて当該参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 28 乃至 30 又は請求項 32 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 34】

更に、入力された 3 次元データから 3 次元基準点を抽出する手順と、前記標準 3 次元基準点と前記 3 次元データの 3 次元基準点を用いて標準 3 次元重み係数と 3 次元データとの座標の対応を求め、前記姿勢候補に応じて前記標準 3 次元重み係数を 2 次元の重み係数に変換する手順とを含み、前記演算手順において、変換された 2 次元の重み係数を用いて前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算することを特徴とする請求項 28 乃至 30 又は請求項 32 乃至 33 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 35】

更に、入力された 3 次元データと代表 3 次元物体モデルとの照合を行い、類似した代表 3 次元物体モデルを選択する手順と、前記代表 3 次元物体モデルと参照画像の関連を示す情報から前記選択された代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像を選出する手順とを含み、前記照合手順において前記選出された参照画像に関して、前記入力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 28 乃至 30 又は請求項 33 乃至 34 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 36】

更に、入力された 3 次元データと代表画像との照合を行い、類似した代表画像を選択する手順と、前記代表画像と参照画像との関連を示す情報から前記選択された代表画像に対応する参照画像を選出する手順とを含み、前記照合手順において前記選出された参照画像に関して、前記入力された 3 次元データとの照合を行うことを特徴とする請求項 28 乃至 30 又は請求項 33 乃至 34 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 37】

前記補正係数は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による照合スコアに基づいて決定されることを特徴とする請求項 32 に記載のプログラム。

【請求項 38】

前記姿勢候補は、代表的な 3 次元物体モデルと参照画像との照合による最適姿勢に基づいて決定されることを特徴とする請求項 27 乃至 30 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 39】

前記物体は、顔であることを特徴とする請求項 27 乃至 38 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】画像照合システム及び画像照合方法

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、画像照合システム、画像照合方法及び画像照合用プログラムに関し、特に、物体の 3 次元モデルを事前に登録することができず、システム内のデータベースやネットワークにある各物体の参照画像が 1 枚乃至少数しか存在せず、且つ、姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも高精度に照合・検索ができる画像照合システム、画像照合方法及び画像照合用プログラムに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

従来の画像照合システムとしては、例えば、特開 2 0 0 0 - 3 2 2 5 7 7 号公報（特許文献 1 参照）に記載されたシステムがある。図 2 7 は同公報のシステムを示すブロック図である。この従来の画像照合システムは、図 2 7 に示すように画像入力手段 1 5 と、画像変換手段 1 7 と、画像照合手段 5 7 と、参照画像記憶部 3 0 と、標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 とから構成されている。

## 【0 0 0 3】

参照画像記憶部 3 0 には、物体を撮影した参照画像が予め記憶されている。標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 には、標準的な 3 次元物体モデルが予め記憶されている。画像変換手段 1 7 は画像入力手段 1 5 より入力された入力画像と参照画像記憶部 3 0 より得られる各参照画像の共通する部分領域に関して、標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 より得られる 3 次元物体モデルを用いて、姿勢条件を同じにするように当該入力画像と当該参照画像の両方またはいずれかを変換し部分画像を生成する。

## 【0 0 0 4】

部分領域とは、例えば、目・鼻・口のような特徴的な部分であり、予め各画像と 3 次元物体モデルに対して特徴点を指定しておくことにより対応をとることができる。画像照合手段 5 7 は画像変換手段 1 7 より変換された入力画像と各参照画像の部分画像を比較し、それぞれ平均類似度を計算し、各物体で最も類似度の大きい参照画像を選出する。

## 【0 0 0 5】

また、従来の画像照合システムとしては、特開 2 0 0 2 - 0 2 4 8 3 0 号公報（特許文献 2 参照）に記載されたものがある。図 2 8 は同公報のシステムを示すブロック図である。この従来の画像照合システムは、図 2 8 に示すように画像入力手段 1 5 と、照明変動補正手段 2 2 と、画像変換手段 1 8 と、画像照合手段 5 8 と、参照画像記憶部 3 0 と、標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 とから構成されている。

## 【0 0 0 6】

参照画像記憶部 3 0 には、物体を撮影した参照画像が予め記憶されている。標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 には、標準的な 3 次元物体モデルが予め記憶されている。照明変動補正手段 2 2 は、標準 3 次元物体モデル記憶部 3 5 より得られる 3 次元物体モデルを用いて、画像入力手段 1 5 より入力された入力画像の照明条件（表面反射率）を推定する。画像変換手段 1 8 は参照画像の照明条件に合うように 3 次元物体モデルを用いて入力画像を変換した画像を生成する。画像照合手段 5 8 は画像変換手段 1 8 より変換された入力画像と各参照画像を比較し、それぞれ類似度を計算し、各物体で最も類似度の大きい参照画像を選出する。

## 【0 0 0 7】

更に、従来の画像照合システムとしては、特開 2 0 0 3 - 0 5 8 8 9 6 号公報（特許文献 3 参照）に記載されたものがある。図 2 9 は同公報のシステムを示すブロック図である。この従来の画像照合システムは、画像入力手段 1 5 と、参照 3 次元物体モデル記憶部 3 7 と、姿勢推定・照合手段 5 0 とから構成されている。姿勢推定・照合手段 5 0 は、姿勢候補決定手段 2 0 と、比較画像生成手段 4 0 と、画像照合手段 5 5 とを含んでいる。

## 【0 0 0 8】

参照 3 次元物体モデル記憶部 37 には、物体を計測して生成した参照 3 次元物体モデルが予め記憶されている。姿勢推定・照合手段 50 は、画像入力手段 15 より得られる入力画像と、参照 3 次元物体モデル記憶部 37 より得られる参照 3 次元物体モデルとの最小距離値（もしくは最大類似度）を求め、当該最小距離値の最も小さいモデルを選出する。

【0009】

より具体的には、姿勢候補決定手段 20 は少なくとも 1 つの姿勢候補を生成する。次に、比較画像生成手段 40 は、姿勢候補に応じて参照 3 次元物体モデルを 2 次元の画像に射影しつつ入力画像に近い比較画像を生成する。画像照合手段 55 は、当該比較画像と当該入力画像との距離値を求め、各モデルに対して距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に入力画像と参照 3 次元物体モデルとの最小距離値を求める。更に、当該最小距離値の最も小さいモデルを選出する。

【特許文献 1】特開 2000-322577 号公報（図 1）

【特許文献 2】特開 2002-024830 号公報（図 8）

【特許文献 3】特開 2003-058896 号公報（図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献 1、2 の画像照合システムでは、入力画像と参照画像の姿勢や照明条件が異なると、十分精度良く照合できなかった。

【0011】

その理由は、特許文献 1 のものでは、画像に対して姿勢を推定し姿勢条件を合わせるように画像変換しているが、画像に対して正確に姿勢を推定することは難しいため、正しく画像を合わせることができないためである。また、観測する物体の 3 次元形状とは異なる標準的な 3 次元物体モデルを用いて画像変換しているため、形状が複雑な部分や姿勢条件が大きく異なった場合に画像変換による歪みが大きくなるためである。

【0012】

また、特許文献 2 のものでは、観測する物体の 3 次元形状とは異なる標準的な 3 次元物体モデルを用いて照明条件を推定し画像変換しているため、大まかには補正できても細部では誤った補正をしている場合があるためである。

【0013】

更に、特許文献 3 のものでは、各物体の 3 次元物体モデルが予め登録されていなかったり、参照画像が少ない場合には、照合できなかった。

【0014】

その理由は、特許文献 3 の技術は、予め 3 次元物体モデルを登録し入力画像と照合するためである。また、予め 3 次元物体モデルを登録するためには、照合する以前に各物体を 3 次元形状計測装置で計測しておく必要があるが、通常困難な場合が多い。また、複数の画像から 3 次元物体モデルを生成することも可能であるが、参照画像が少ないと 3 次元物体モデルを生成することが困難なためであった。

【0015】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたもので、その目的は、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合や検索が可能な画像照合システム及び画像照合方法を提供することにある。

【0016】

また、本発明の他の目的は、各物体の 3 次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が 1 枚乃至少数しか存在しない場合にも、高精度に照合や検索が可能な画像照合システム及び画像照合方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の画像照合システムは、上記目的を達成するため、物体の 3 次元データを入力する手段と、前記 3 次元データと参照画像とを比較して照合を行う手段とを備えたことを特



徴とする。

【0018】

また、本発明の画像照合システムは、物体の3次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度に基づいて照合を行う手段とを備えたことを特徴とする。

【0019】

また、本発明の画像照合システムは、物体の3次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手段と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手段と、前記最小距離値としきい値又は前記最大類似度としきい値との比較結果に基づいて照合を行う手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

また、本発明の画像照合システムは、物体の3次元データを入力する手段と、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像毎に参照画像に近い比較画像を生成する手段と、前記参照画像毎に参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算する手段と、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出する手段と、前記最小距離値又は最大類似度のうち距離値の最も小さい最小距離値の参照画像又は類似度が最も大きい最大類似度の参照画像を照合結果として照合を行う手段とを備えたことを特徴とする。

【0021】

また、本発明の画像照合方法は、物体の3次元データを入力し、前記3次元データと参照画像とを比較して照合を行うことを特徴とする。

【0022】

また、本発明の画像照合方法は、物体の3次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度に基づいて照合を行うステップとを含むことを特徴とする。

【0023】

また、本発明の画像照合方法は、物体の3次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算するステップと、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出するステップと、前記最小距離値としきい値又は前記最大類似度としきい値との比較結果に基づいて照合を行うステップとを含むことを特徴とする。

【0024】

また、本発明の画像照合方法は、物体の3次元データを入力するステップと、物体の姿勢の候補である姿勢候補に応じて前記3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像毎に参照画像に近い比較画像を生成するステップと、前記参照画像毎に参照画像と比較画像との距離値又は類似度を演算するステップと、前記距離値が最も小さい最小距離値又は類似度が最も大きい最大類似度を選出するステップと、前記最小距離値又は最大類似度のうち距離値の最も小さい最小距離値の参照画像又は類似度が最も大きい最大類似度の参照画像を照合結果として照合を行うステップとを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0025】

本発明の第1の効果は、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合や検索ができることである。その理由は、物体の3次元データを計測し、各参照画像の姿勢や照明等の撮影条件に合った比較画像を生成し、当該比較画像と参照画像を比較することにより照合するためである。

## 【0026】

また、第2の効果は、各物体の3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が1枚乃至少数しか存在しない場合にも、高精度に照合や検索ができることである。その理由は、照合時に物体の3次元データを計測し、予め存在する参照画像に合った比較画像を生成し、当該比較画像と参照画像を比較することにより照合するためである。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【0027】

次に、発明を実施するための最良の形態について図面を参照して詳細に説明する。

## 【0028】

(第1の実施形態)

図1は本発明による画像照合システムの第1の実施形態を示すブロック図である。図1において、10は物体の3次元データを入力する3次元データ入力手段、30は参照画像記憶部、50は姿勢推定・照合手段である。姿勢推定・照合手段50は、姿勢候補決定手段20と、比較画像生成手段40と、画像照合手段55とを含んでいる。

## 【0029】

これらの手段はそれぞれ概略次のように動作する。まず、参照画像記憶部30には、各物体の参照画像が予め記憶されている。参照画像の姿勢や照明等の撮影条件は限定されない。また、参照画像記憶部30は、システム内にあっても良いし、システム外にあってネットワークで接続して使用しても良い。

## 【0030】

3次元データ入力手段10は照合すべき物体（又は検索すべき物体等）の3次元データを入力する。3次元データは、例えば、特開2001-12925号公報に記載された3次元形状測定装置を用いたり、或いは特開平9-91436号公報に記載の多数のカメラで撮影された複数画像から3次元形状を復元する装置を用いることにより生成することができる。

## 【0031】

姿勢推定・照合手段50は、3次元データ入力手段10より入力された3次元データと、参照画像記憶部30より得られる参照画像との最小距離値（もしくは最大類似度）を求める。より具体的には、姿勢候補決定手段20は少なくとも1つの物体の姿勢の候補である姿勢候補を生成する（物体の姿勢は物体の位置と向きで表される）。比較画像生成手段40は、姿勢候補に応じて3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する。

## 【0032】

画像照合手段55は当該比較画像と当該参照画像との距離値を求め、各参照画像に対して距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像との最小距離値を求める。更に、1つの物体（参照画像）との照合処理（1対1照合）の場合には、当該最小距離値としきい値を比較して同一物体であるか否かを判定する。即ち、しきい値以下であれば同一物体、しきい値以上の場合には同一物体ではないと判定する。また、複数の物体から入力3次元データに最も近い物体（参照画像）を検索する処理（1対N照合）の場合には、当該最小距離値の最も小さい参照画像を選出する。なお、比較画像と参照画像との類似度を用いて判定する場合には、類似度がしきい値以上の場合に同一物体と判定し、しきい値以下の場合には同一物体ではないと判定する。

## 【0033】

次に、図1及び図2のフローチャートを参照して本実施形態の1対1照合の場合の全体動作について詳細に説明する。ここで、入力3次元データと参照画像 $R_k$ とを照合する場合について説明する。

## 【0034】

図2において、まず、3次元データ入力手段10により3次元データを入力する（ステップ100）。次に、姿勢候補決定手段20において姿勢候補群  $\{e_j\}$  を決定する（ス

ステップ110)。次に、比較画像生成手段40は姿勢候補に応じて3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像 $R_k$ に近い比較画像を生成する(ステップ120)。画像照合手段55は当該比較画像と当該参照画像との距離値を求める(ステップ130)。更に、距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像 $R_k$ との最小距離値を求める(ステップ140)。

#### 【0035】

ここで、予め決定した姿勢候補群の中から距離値の最も小さい姿勢候補を選択するとしたが、姿勢候補決定手段20に戻って順次姿勢候補を変動させながら、距離値の最も小さい姿勢候補を探索しても良い。次に、姿勢推定・照合手段50は最小距離値としきい値を比較して同一物体であるか否かを判定する(ステップ155)。

#### 【0036】

次に、図1及び図3のフローチャートを参照して本実施形態の1対N照合の場合の全体動作について詳細に説明する。図3において、まず、3次元データ入力手段10により3次元データを入力する(ステップ100)。次に、姿勢推定・照合手段50は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする(ステップ150)。その後、ステップ110～140の処理を行うが、これは、図2のステップ110～140と同一処理である。

#### 【0037】

次に、姿勢推定・照合手段50は画像番号 $k$ を1増やし(ステップ151)、画像番号 $k$ と画像数 $M$ (参照画像の数)との比較を行い(ステップ152)、画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以下の場合には、ステップ110に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算する。最後に、ステップ152において画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする(ステップ153)。

#### 【0038】

次に、具体的な例を用いて本実施形態の動作を更に詳細に説明する。なお、ここでは照合対象として人物の顔を例に挙げて説明するが、本発明は他の物体の照合にも適用できることは勿論である。まず、図4に示すように参照画像記憶部30には、物体 $k$ の参照画像 $R_k(r)$ が記憶されている( $r$ は画素または特徴のインデックス)。ここで、各画像の姿勢条件は同じとは限らない(照明条件に関する違いは図示していない)。また、参照画像は各物体に1枚としているが、複数枚あっても良い。

#### 【0039】

ここで、1対N照合の場合について説明する。まず、3次元データ入力手段10から図5に示すような3次元データが入力されたとする(図3のステップ100)。3次元データは図5に示すように物体表面の3次元空間( $x, y, z$ )内での形状 $P_q(x, y, z)$ とテクスチャ $T_q(R, G, B)$ を情報として持っている。 $Q$ は物体表面上の点のインデックスを表し、例えば、物体の重心を中心とした球体へ物体表面上の点を重心から射影した点 $Q(s, t)$ の座標に対応している。照合の効率化のために、予め3次元データから様々な照明条件による学習用CG画像をコンピュータグラフィックスにより生成し、当該学習用CG画像を主成分分析することにより基底画像群を求めておく。

#### 【0040】

次に、姿勢推定・照合手段50は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする(ステップ150)。次に、姿勢候補決定手段20において姿勢候補群 $\{e_j\}$ を決定する(ステップ110)。姿勢候補群は参照画像に関係なく予め設定しておいても良いが、例えば、参照画像及び3次元データから目・鼻・口等の基準点を手動または自動で抽出し、特開2001-283229号公報に記載された物体の位置及び向きを計算する方法を用いることにより、おおよその姿勢を推定し、当該姿勢の近辺で姿勢候補群を生成することもできる。また、入力された3次元データを用いるのではなく、予め用意した代表3次元データ(モデル)を使用して参照画像と照合することにより、予めおおよその姿勢を推定し記憶しておいても良い。

#### 【0041】

次に、比較画像生成手段40は姿勢候補 $e_j$ に応じて3次元データを2次元の画像に射

影しつつ参照画像  $R_k$  の照明条件に近い比較画像  $G_{kj}(r)$  を生成する (ステップ 120)。ここで、参照画像の照明条件に近い比較画像を生成するためには、予め求めておいた基底画像群を各姿勢候補に基づいて座標変換し、当該座標変換した基底画像の線形和が当該入力画像に近くなるように線形和の係数を最小二乗法により求めることにより実現できる。参照画像  $R_1$  に対して生成した比較画像の例を図 6 に示す (濃淡情報は図示していない)。

#### 【0042】

次に、画像照合手段 55 は当該比較画像と当該参照画像との距離値を求める (ステップ 130)。例えば、ユークリッド距離を用いる場合には、

$$D_{kj} = \sum_r \{R_k(r) - G_{kj}(r)\}^2$$

により計算できる。類似度  $S_{kj}$  を用いる場合には、例えば、

$$S_{kj} = \exp(-D_{kj})$$

により計算できる。この際、姿勢推定・照合手段 50 は距離値の最も小さい比較画像を選出することにより最適な姿勢を推定すると共に、3次元データと参照画像  $R_k$  との最小距離値  $D_k$  を、

$$\text{最小距離値 } D_k = \min_j D_{kj}$$

により求める (ステップ 140)。図 6 の場合、例えば、 $G_{11}$  が選出される。

#### 【0043】

次に、画像番号  $k$  を 1 増やし (ステップ 151)、画像番号  $k$  と画像数  $M$  との比較を行う (ステップ 152)。この時、画像番号  $k$  が画像数  $M$  以下の場合には、ステップ 110 に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算する。最後に、ステップ 152 で画像番号  $k$  が画像数  $M$  以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像  $R_k$  を照合結果とする (ステップ 153)。図 5 の 3次元データの場合には、例えば、参照画像  $R_k$  に対する最小距離値が  $\{20, 50, 25\}$  と求まったとすると、図 4 の参照画像  $R_1$  が最小距離値の最も小さい参照画像として選出される。

#### 【0044】

なお、本実施形態では、比較画像と参照画像との距離値を求めるとしたが、距離値の代わりに類似度を用いても良い。類似度は一例として上述のような計算方法で求めることができる。類似度を用いる場合には、最大類似度が最も大きい参照画像を照合結果とする。これは、以下の全ての実施形態において同様である。

#### 【0045】

本実施形態では、物体の 3次元データを計測し、姿勢や照明条件を補正しながら 3次元データと参照画像を比較し照合するという構成であるため、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合・検索ができる。また、照合時に物体の 3次元データを計測し、3次元データと参照画像を比較し照合するという構成であるため、各物体の 3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が 1 枚乃至数枚しか存在しない場合にも、高精度に照合・検索ができる。

#### 【0046】

(第 2 の実施形態)

図 7 は本発明の第 2 の実施形態を示すブロック図である。図 7 では図 1 と同一部分は同一符号を付している。本実施形態では、3次元データ入力手段 10 と、参照画像記憶部 30 と、姿勢推定・照合手段 51 と、参照補正係数記憶部 65 とから構成されている。姿勢推定・照合手段 51 は、姿勢候補決定手段 20 と、比較画像生成手段 40 と、画像照合手段 55 と、スコア補正手段 60 とを含んでいる。図 1 との違いは、スコア補正手段 60、参照補正係数記憶部 65 が追加されている点である。

#### 【0047】

これらの手段はそれぞれ概略次のように動作する。まず、3次元データ入力手段 10 と、参照画像記憶部 30 と、姿勢候補決定手段 20 と、比較画像生成手段 40 と、画像照合手段 55 は、図 1 に示す第 1 の実施形態のものと同一の処理を行う。

#### 【0048】

また、参照補正係数記憶部 6 5 には、参照画像に対応して照合スコア（距離値や類似度）を補正するための係数が予め記憶されている。姿勢推定・照合手段 5 1 は、3 次元データ入力手段 1 0 より入力された 3 次元データと、参照画像記憶部 3 0 より得られる参照画像との最小距離値（もしくは最大類似度）を求め、更に参照補正係数記憶部 6 5 より得られる補正係数を用いて当該最小距離値を補正する。より具体的には、姿勢候補決定手段 2 0 は少なくとも 1 つの姿勢候補を生成する。

#### 【0 0 4 9】

比較画像生成手段 4 0 は、姿勢候補に応じて 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する。画像照合手段 5 5 は当該比較画像と当該参照画像との距離値を求め、各参照画像に対して距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に 3 次元データと参照画像との最小距離値を求める。

#### 【0 0 5 0】

スコア補正手段 6 0 は参照画像に対応した補正係数を用い、当該最小距離値を補正する。更に、1 つの物体（参照画像）との照合処理（1 対 1 照合）の場合には、当該補正された最小距離としきい値を比較して、同一物体であるか否かを判定する。また、複数の物体から入力 3 次元データに最も近い物体（参照画像）を検索する処理（1 対 N 照合）の場合には、当該補正された最小距離値の最も小さい参照画像を選出する。

#### 【0 0 5 1】

次に、図 7 及び図 8 のフローチャートを参照して本実施形態の 1 対 N 照合の場合の全体動作について詳細に説明する。

#### 【0 0 5 2】

図 8 において、まず、3 次元データ入力手段 1 0 により 3 次元データを入力する（ステップ 1 0 0）。次に、姿勢推定・照合手段 5 1 は初めに参照画像の画像番号を  $k = 1$  とする（ステップ 1 5 0）。また、第 1 の実施形態と同様の処理により姿勢候補決定手段 2 0、比較画像生成手段 4 0、画像照合手段 5 5 は、最適な姿勢を推定すると共に 3 次元データと参照画像  $R_k$  との最小距離値を求める（ステップ 1 1 0 ~ 1 4 0）。

#### 【0 0 5 3】

次いで、スコア補正手段 6 0 は参照画像  $R_k$  に対応した補正係数を用い、当該最小距離値を補正する（ステップ 1 6 0）。次に、姿勢推定・照合手段 5 1 は画像番号  $k$  を 1 増やし（ステップ 1 5 1）、画像番号  $k$  と画像数  $M$  との比較を行い（ステップ 1 5 2）、画像番号  $k$  が画像数  $M$  以下の場合には、ステップ 1 1 0 に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算し、その参照画像に対応する補正係数を用いて最小距離値の補正を行う。ステップ 1 5 2 で画像番号  $k$  が画像数  $M$  以上になると、補正された最小距離値の最も小さい参照画像  $R_k$  を照合結果とする（ステップ 1 5 3）。

#### 【0 0 5 4】

また、1 対 1 照合の場合には、第 1 の実施形態と同様に図 8 のステップ 1 0 0、1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 4 0、1 6 0 の処理を行い、その後、図 2 のステップ 1 5 5 の処理を行う。図 2 のステップ 1 5 5 では、上述のように距離値としきい値とを比較して同一物体であるか否かを判定する。

#### 【0 0 5 5】

次に、具体的な例を用いて本実施形態の動作を更に詳細に説明する。まず、第 1 の実施形態の説明と同様に参照画像記憶部 3 0 には、図 4 に示すような参照画像  $R_k$  ( $r$ ) が記憶されている。また、参照補正係数記憶部 6 5 には、図 9 に示すような補正係数が記憶されている。補正係数  $A_k$  は、例えば、予め用意した代表 3 次元データ（モデル） $C_h$  ( $h = 1, \dots, H$ ) を使用して、第 1 の実施形態の画像照合システムにより、各モデル  $C_h$  と参照画像  $R_k$  との最小距離値  $D_k^h$  を求め、当該最小距離値の平均値  $E_k = \sum_h D_k^h / H$ （または最小距離値の小さい上位候補に関する平均値）を用い、 $A_k = A / E_k$  ( $A$  は予め設定された定数) により求める。例えば、 $A = 20$  とし、各参照画像に対する最小距離値の平均値  $E_k$  が  $\{50, 40, 20\}$  となった場合には、補正係数  $A_k$  は図 9 のようになる。これは、例えば、参照画像  $R_1$  は撮影条件が悪く平均的に距離値が大きくなる傾向があることを

示している。

#### 【0056】

ここで、3次元データ入力手段10から図5に示すような3次元データを入力されたとする(図8のステップ100)。姿勢推定・照合手段51は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする(ステップ150)。次に、第1の実施形態と同じ処理により姿勢候補決定手段20、比較画像生成手段40、画像照合手段55は、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像 $R_k$ との最小距離値を求める(ステップ110~140)。

#### 【0057】

次に、スコア補正手段60は参照画像 $R_k$ に対応した補正係数を用いて、当該最小距離値を補正する(ステップ160)。例えば、補正係数 $A_k$ を用い、最小距離値 $D_k$ は $D_k' = A_k D_k$ により補正できる。また、姿勢推定・照合手段51は画像番号 $k$ を1増やし(ステップ151)、画像番号 $k$ と画像数 $M$ との比較を行う(ステップ152)。この時、画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以下の場合には、ステップ110に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算し、且つ、同様に参照画像に対応する補正係数を用いて得られた最小距離値の補正を行う。最後に、ステップ152で画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以上になると、補正された最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする(ステップ153)。例えば、参照画像 $R_k$ に対する最小距離値が $\{40, 60, 25\}$ と求めたとし、図9に示す補正係数を用いると、補正された最小距離値は $\{16, 30, 25\}$ となり、参照画像 $R_1$ が最小距離値の最も小さい参照画像として選出される。

#### 【0058】

本実施形態では、物体の3次元データを計測し、姿勢や照明条件を補正しながら3次元データと参照画像を比較し照合するという構成であるため、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合・検索ができる。また、照合時に物体の3次元データを計測し、3次元データと参照画像を比較し照合するという構成であるため、各物体の3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が1枚乃至数枚しか存在しない場合にも、高精度に照合・検索ができる。更に、参照画像の撮影条件に起因する照合スコア変動を補正して照合するため、各参照画像の撮影条件が異なったり画質の悪い参照画像が存在する場合にも、高精度に照合・検索ができる。

#### 【0059】

なお、第2の実施の形態では、補正係数 $A_k$ を記憶し、距離値に補正係数 $A_k$ をかけて補正したが、これに限るものではない。例えば、代表3次元モデル $C_h$ と参照画像 $R_k$ との最小距離値 $D_k^h$ を全て記憶しておいても良いし、また分布関数を仮定してその関数パラメータを記憶しておいても良い。例えば、正規分布を仮定した場合、平均値 $E_k$ と標準偏差 $\sigma_k$ を記憶し、分布を標準正規分布に正規化するように $D_k' = (D_k - E_k) / \sigma_k$ により補正することもできる。

#### 【0060】

(第3の実施形態)

図10は本発明の第3の実施形態を示すブロック図である。図10では図1と同一部分は同一符号を付している。本実施形態では、3次元データ入力手段10と、参照画像記憶部30と、姿勢推定・照合手段52と、3次元基準点抽出手段12と、標準3次元基準点記憶部72と、標準3次元重み係数記憶部75と、参照重み係数記憶部77とから構成されている。姿勢推定・照合手段52は、姿勢候補決定手段20と、比較画像生成手段40と、画像照合手段56と、入力重み係数変換手段70とを含んでいる。

#### 【0061】

これらの手段はそれぞれ概略次のように動作する。まず、3次元データ入力手段10と、参照画像記憶部30と、姿勢候補決定手段20と、比較画像生成手段40は、第1の実施形態のものと同様の処理を行う。

#### 【0062】

標準3次元基準点記憶部72には、標準3次元物体モデルに対応した標準3次元基準点記憶されている。標準3次元重み係数記憶部75には、標準3次元重み係数が記憶され



ている。参照重み係数記憶部 7 7 には、参照画像に対応した重み係数が記憶されている。3 次元基準点抽出手段 1 2 は、3 次元データ入力手段 1 0 より得られる 3 次元データに対して、手動または自動的に 3 次元基準点を抽出する。

#### 【0 0 6 3】

姿勢推定・照合手段 5 2 は、3 次元データ入力手段 1 0 より得られる 3 次元データと、参照画像記憶部 3 0 より得られる参照画像との最小距離値（もしくは最大類似度）を、入力重み係数変換手段 7 0 より得られる入力データに対応した重み係数や、参照重み係数記憶部 7 7 より得られる参照画像に対応した重み係数を使用して求める。より具体的には、姿勢候補決定手段 2 0 は少なくとも 1 つの姿勢候補を生成する。

#### 【0 0 6 4】

比較画像生成手段 4 0 は姿勢候補に応じて 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成する。入力重み係数変換手段 7 0 は標準 3 次元基準点記憶部 7 2 より得られる標準 3 次元基準点と 3 次元基準点抽出手段 1 2 より得られる 3 次元データの 3 次元基準点を用い、標準 3 次元重み係数記憶部 7 5 より得られる標準 3 次元重み係数と 3 次元データ入力手段 1 0 より得られる 3 次元データとの座標の対応を求め、更に姿勢候補決定手段 2 0 より得られる姿勢候補に応じて標準 3 次元重み係数を 2 次元の重み係数に変換する。

#### 【0 0 6 5】

画像照合手段 5 6 は当該比較画像と当該参照画像との距離値を、入力重み係数変換手段 7 0 より得られる入力 3 次元データに対応した重み係数や、参照重み係数記憶部 7 7 より得られる参照画像に対応した重み係数を使用して求め、各参照画像に対して、距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に 3 次元データと参照画像との最小距離値を求める。更に、1 つの物体（参照画像）との照合処理（1 対 1 照合）の場合には、当該最小距離としきい値を比較して同一物体であるか否かを判定する。また、複数の物体から入力 3 次元データに最も近い物体（参照画像）を検索する処理（1 対 N 照合）の場合には、当該最小距離値の最も小さい参照画像を選出する。

#### 【0 0 6 6】

次に、図 1 0 及び図 1 1 のフローチャートを参照して本実施形態の 1 対 N 照合の場合の全体動作について詳細に説明する。

#### 【0 0 6 7】

図 1 1 において、まず、3 次元データ入力手段 1 0 により 3 次元データを入力する（ステップ 1 0 0）。次に、3 次元基準点抽出手段 1 2 は 3 次元データに対して手動または自動的に 3 次元基準点を抽出する（ステップ 1 7 0）。次に、姿勢推定・照合手段 5 2 は初めに参照画像の画像番号を  $k = 1$  とする（ステップ 1 5 0）。姿勢候補決定手段 2 0 において姿勢候補群  $\{e_j\}$  を決定する（ステップ 1 1 0）。

#### 【0 0 6 8】

次に、比較画像生成手段 4 0 は姿勢候補に応じて 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像  $R_k$  に近い比較画像を生成する（ステップ 1 2 0）。次に、入力重み係数変換手段 7 0 は標準 3 次元基準点と 3 次元データの 3 次元基準点を用い、標準 3 次元重み係数と 3 次元データとの座標の対応を求め、姿勢候補に応じて標準 3 次元重み係数を 2 次元の重み係数に変換する（ステップ 1 8 0）。

#### 【0 0 6 9】

次に、画像照合手段 5 6 は当該比較画像と当該参照画像との距離値を、入力重み係数変換手段 7 0 より得られる入力 3 次元データに対応した重み係数や、参照重み係数記憶部 7 7 より得られる参照画像に対応した重み係数を使用して求め（ステップ 1 3 1）、更に、各参照画像に対して距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に 3 次元データと参照画像との最小距離値を求める（ステップ 1 4 0）。また、姿勢推定・照合手段 5 2 は画像番号  $k$  を 1 増やし（ステップ 1 5 1）、画像番号  $k$  と画像数  $M$  との比較を行い（ステップ 1 5 2）、画像番号  $k$  が画像数  $M$  以下の場合には、ステップ 1 1 0 に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算する。最後に、

画像番号  $k$  が画像数  $M$  以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像  $R_k$  を照合結果とする（ステップ 1 5 3）。

#### 【0 0 7 0】

また、1 対 1 照合の場合には、第 1 の実施形態と同様に図 1 1 のステップ 1 0 0、1 7 0、1 1 0、1 2 0、1 8 0、1 3 1、1 4 0 の処理を行い、その後、図 2 のステップ 1 5 5 の処理を行う。図 2 のステップ 1 5 5 では、上述のように距離値としきい値を比較して同一物体であるか否かを判定する。

#### 【0 0 7 1】

次に、具体的な例を用いて本実施形態の動作を更に詳細に説明する。まず、第 1 の実施形態の説明と同様に参照画像記憶部 3 0 には、図 4 に示すような参照画像  $R_k(r)$  が記憶されている。また、標準 3 次元基準点記憶部 7 2 には、図 1 2 に示すような標準 3 次元物体モデルに対応した標準 3 次元基準点  $N_i^0$  ( $i$  は基準点のインデックス) が記憶されている。3 次元基準点とは、位置合わせを行うための点であり、図 1 2 の例では、例えば、左目中心点、右目中心点、鼻頂点、左口角点、右口角点の 5 点を示している。

#### 【0 0 7 2】

3 次元基準点は、予め手動で設定しても良いが、例えば、2 0 0 2 年 9 月、F I T（情報科学技術フォーラム）2 0 0 2、I-1 0 0、1 9 9 頁～2 0 0 頁、丸亀ら、「形状情報と色情報を併用した顔三次元データからの特徴部位の抽出」に記載の顔特徴抽出方法を用いて自動的に設定しても良い。標準 3 次元基準点は予め用意した学習用 3 次元物体モデルの 3 次元基準点の各点の平均座標、または学習用 3 次元物体モデルを平均した標準 3 次元物体モデルから求めた 3 次元基準点により求めることができる。

#### 【0 0 7 3】

また、標準 3 次元重み係数記憶部 7 5 には、図 1 3 に示すような標準 3 次元重み係数  $V_q^0$  が記憶されている。ここで、図 1 3 の例では、例えば、黒い領域が  $V_q^0 = 1$ 、白い領域が  $V_q^0 = 0$ 、斜線で示す領域は  $0 < V_q^0 < 1$  の値を持つとする。標準 3 次元重み係数は予め用意した学習用 3 次元物体モデルの 3 次元重み係数を用い、各学習用 3 次元物体モデルの 3 次元基準点が標準 3 次元基準点に一致するように 3 次元重み係数の位置合わせを行ってから平均することにより求めることができる。

#### 【0 0 7 4】

基準点以外の各点の位置合わせは、基準点の対応を内挿または外挿して決めることにより、3 次元重み係数の座標値  $\{s, t\}$  と標準 3 次元重み係数の座標値  $\{s_0, t_0\}$  の変換式  $s_0 = H s(s, t)$ 、 $t_0 = H t(s, t)$  を設定できる。学習用 3 次元物体モデルの 3 次元重み係数は学習用 3 次元物体モデルの物体を様々な条件で撮影した学習用画像を用いて予め学習できる。具体的には、第 1 の実施形態の画像照合システムを使用し、学習用 3 次元物体モデルを入力した 3 次元データとし、学習用画像を参照画像として最適姿勢を求めた際の 3 次元データから生成された比較画像と参照画像の各画素の誤差を求める。

#### 【0 0 7 5】

重み係数は照合における画素の重要度を表す量で、例えば、平均誤差の小さい画素は重みを大きく設定できる。3 次元重み係数は前記比較画像と 3 次元物体モデルとの画素の対応に基づいて比較画像と参照画像の各画素の誤差を 3 次元物体モデル上で平均して平均誤差を求めることにより設定できる。

#### 【0 0 7 6】

また、参照重み係数記憶部 7 7 には、図 1 4 に示すような参照画像に対応した重み係数  $U_k(r)$  が記憶されている。図 1 4 の例では、例えば、黒い領域が  $U_k(r) = 1$ 、白い領域が  $U_k(r) = 0$ 、斜線で示す領域は  $0 < U_k(r) < 1$  の値を持つとする。参照画像に対応した重み係数は、例えば、顔領域以外の領域の重みを 0 に設定したり、輝度値の大きい領域や小さい領域の重みを小さく設定する等し、予め手動または自動的に設定しておく。

#### 【0 0 7 7】

ここで、3 次元データ入力手段 1 0 から図 5 に示すような 3 次元データが入力されたと



する（図11のステップ100）。3次元基準点抽出手段12は3次元データに対して手動または自動的に3次元基準点を抽出する（ステップ170）。図5の3次元データに対して抽出した3次元基準点の例を図15に示す。

#### 【0078】

次に、姿勢推定・照合手段52は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする（ステップ150）。姿勢候補決定手段20において姿勢候補群 $\{e_j\}$ を決定する（ステップ110）。次に、比較画像生成手段40は、姿勢候補に応じて3次元データを2次元の画像に射影しつつ参照画像 $R_k$ に近い比較画像 $G_{kj}(r)$ を生成する（ステップ120）。参照画像 $R_1$ に対して生成した比較画像の例を図6に示す。

#### 【0079】

次に、入力重み係数変換手段70は標準3次元基準点と3次元データの3次元基準点を用い、標準3次元重み係数と3次元データとの座標の対応を求め、姿勢候補に応じて標準3次元重み係数 $V_q^0$ を2次元の重み係数 $W_{kj}(r)$ に変換する（ステップ180）。図6の比較画像に対応して生成された2次元の重み係数の例を図16に示す。

#### 【0080】

次に、画像照合手段56は当該比較画像と当該参照画像との距離値 $D_{kj}'$ を、入力重み係数変換手段70より得られる入力データに対応した重み係数 $W_{kj}(r)$ や、参照重み係数記憶部77より得られる参照画像に対応した重み係数 $U_k(r)$ を使用して求め（ステップ131）、更に各参照画像に対して距離値の最も小さい比較画像を選出することにより、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像との最小距離値を求める（ステップ140）。

#### 【0081】

例えば、重み付きユークリッド距離を用いる場合には、

$$D_{kj}' = \sum_r W_{kj}(r) U_k(r) \{R_k(r) - G_{kj}(r)\}^2$$

により計算する。ここで、重み係数 $W_{kj}(r)$ 、 $U_k(r)$ は、いずれかのみ使用しても良い。次に、姿勢推定・照合手段52は画像番号 $k$ を1増やし（ステップ151）、画像番号 $k$ と画像数 $M$ との比較を行い（ステップ152）、画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以下の場合には、ステップ110に戻って同様の処理を行い、次の参照画像の最小距離値を計算する。最後に、ステップ152で画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする（ステップ153）。

#### 【0082】

本実施形態では、物体の3次元データを計測し、姿勢や照明条件を補正しながら3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合・検索ができる。また、照合時に物体の3次元データを計測し、3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が1枚乃至数枚しか存在しない場合にも、高精度に照合・検索ができる。更に、部位による重み係数を使用した重み付け照合により画像照合するという構成であるため、更に高精度な照合・検索ができる。

#### 【0083】

なお、第3の実施形態では、標準3次元重み係数（及び標準3次元基準点）は1つと説明したが、複数あっても良い。この際、各参照画像に対応してどの標準3次元重み係数を用いるかの情報を予め記憶しておく。また、標準3次元重み係数は、学習用3次元物体モデルから生成された比較画像と学習用画像との画素の誤差平均により求めるとしたが、これに限るものではない。更に、姿勢推定において重み係数を使用し、重み付け距離を計算すると説明したが、姿勢推定においては重み係数を用いない距離計算を使用し、最適姿勢を求めてから再度重み付け距離を計算しても良い。

#### 【0084】

（第4の実施形態）

図17は本発明の第4の実施形態を示すブロック図である。図17では第1の実施形態の図1と同一部分は同一符号を付している。本実施形態では、3次元データ入力手段10

と、参照画像記憶部 3 0 と、姿勢推定・照合手段 5 3 と、代表 3 次元物体モデル記憶部 3 6 と、3 次元照合手段 8 0 と、グループ記憶部 8 5 と、参照画像選出手段 8 2 とから構成されている。更に、姿勢推定・照合手段 5 3 は、姿勢候補決定手段 2 0 と、比較画像生成手段 4 0 と、画像照合手段 5 5 とを含んでいる。

#### 【0085】

これらの手段はそれぞれ概略次のように動作する。まず、3 次元データ入力手段 1 0 と、参照画像記憶部 3 0 と、姿勢候補決定手段 2 0 と、比較画像生成手段 4 0 と、画像照合手段 5 5 は、図 1 に示す第 1 の実施形態のものと同一の処理を行う。

#### 【0086】

また、代表 3 次元物体モデル記憶部 3 6 には、予め用意された代表的な 3 次元物体モデルが記憶されている。グループ記憶部 8 5 には、代表 3 次元物体モデルと参照画像の関連情報（代表 3 次元物体モデルと参照画像とを対応付ける情報）が予め記憶されている。

#### 【0087】

3 次元照合手段 8 0 は 3 次元データ入力手段 1 0 より得られる 3 次元データと、代表 3 次元物体モデル記憶部 3 6 より得られる各代表 3 次元物体モデルとの照合を行い、最も類似した代表 3 次元物体モデルを選択する。参照画像選出手段 8 2 は、グループ記憶部 8 5 より得られる関連情報から、3 次元照合手段 8 0 より得られる選択された代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像群を選出する。

#### 【0088】

姿勢推定・照合手段 5 3 は、3 次元データ入力手段 1 0 より得られる 3 次元データと、参照画像記憶部 3 0 より得られる参照画像との最小距離値（もしくは最大類似度）を求め、当該最小距離値の最も小さい参照画像を選出する。ここで、対象とする参照画像は参照画像選出手段 8 2 より得られる参照画像群とする。

#### 【0089】

次に、図 1 7、図 1 8 及び図 1 9 のフローチャートを参照して本実施形態の全体の動作について詳細に説明する。まず、3 次元データ入力手段 1 0 により 3 次元データを入力する（図 1 8 のステップ 1 0 0）。次に、3 次元照合手段 8 0 は初めに代表 3 次元物体モデルのモデル番号を  $h = 1$  とする（ステップ 2 1 0）。次に、3 次元照合手段 8 0 は 3 次元データと各代表 3 次元物体モデル  $C_h$  との類似度  $S_h$  を求める（ステップ 2 2 0）。次に、モデル番号  $h$  を 1 増やし（ステップ 2 1 1）、モデル番号  $h$  とモデル数  $H$  との比較を行い（ステップ 2 1 2）、モデル番号  $h$  がモデル数  $H$  以下の場合には、ステップ 2 1 0 に戻って同様の処理を行い、次の代表 3 次元物体モデルとの類似度を計算する。

#### 【0090】

ステップ 2 1 2 において全ての代表 3 次元物体モデルとの照合が終わったら、類似度の最も大きいモデル  $C_h$  を選択する（ステップ 2 2 1）。次に、参照画像選出手段 8 2 はグループ記憶部 8 5 より得られる関連情報から、選択された代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像群を選出する（ステップ 2 3 0）。なお、図 1 8 のステップ 2 3 0 は図 1 9 のステップ 1 5 0 に続いている。

#### 【0091】

次に、姿勢推定・照合手段 5 3 は初めに参照画像の画像番号を  $k = 1$  とする（図 1 9 のステップ 1 5 0）。次に、参照画像  $R_k$  が選出された参照画像群  $L$  に含まれるか否かを判断し（ステップ 2 4 0）、参照画像  $R_k$  が選出された参照画像群に含まれる場合には、次のステップ 1 1 0 に進み、含まれない場合には、ステップ 1 5 1 に進む。

#### 【0092】

ステップ 1 1 0 に進んだ場合には、第 1 の実施形態と同じ処理により姿勢候補決定手段 2 0、比較画像生成手段 4 0、画像照合手段 5 5 は、最適な姿勢を推定すると共に 3 次元データと参照画像  $R_k$  との最小距離値を求める（ステップ 1 1 0 ~ 1 4 0）。次に、姿勢推定・照合手段 5 3 は画像番号  $k$  を 1 増やし（ステップ 1 5 1）、画像番号  $k$  と画像数  $M$  との比較を行い（ステップ 1 5 2）、画像番号  $k$  が画像数  $M$  以下の場合には、ステップ 2 4 0 に戻って同様の処理を行う。最後に、画像番号  $k$  が画像数  $M$  以上になると、最小距離

値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする（ステップ153）。

#### 【0093】

次に、具体的な例を用いて本実施形態の動作を更に詳細に説明する。まず、第1の実施形態の説明と同様に参照画像記憶部30には、図4に示すような参照画像 $R_k$ （ $r$ ）が記憶されている。また、代表3次元物体モデル記憶部36には、図20に示すような代表3次元物体モデル $C_h$ が記憶されている。グループ記憶部85には、図21に示すような代表3次元物体モデルに対応して、当該代表3次元物体モデルを使用して参照画像を照合した際の上位候補（参照画像群）の画像番号が記憶されている。これは、各代表3次元物体モデル $C_h$ を第1の実施形態の画像照合システムの入力とした際の照合結果が、例えば、図22のようになった場合、距離値40以下の参照画像候補を残すと、図21のようなりリストが得られる。

#### 【0094】

ここで、3次元データ入力手段10から図5に示すような3次元データが入力されたとする（図18のステップ100）。3次元照合手段80は初めに代表3次元物体モデルのモデル番号を $h=1$ とする（ステップ210）。次に、3次元データと各代表3次元物体モデル $C_h$ との類似度 $S_h$ を求める（ステップ220）。この3次元データ同士を照合する手段としては、例えば、特開平4-119475号公報に記載された三次元形状識別装置等の既存の技術を利用することができる。

#### 【0095】

次に、モデル番号 $h$ を1増やし（ステップ211）、モデル番号 $h$ とモデル数 $H$ との比較を行い（ステップ212）、モデル番号 $h$ がモデル数 $H$ 以下の場合には、ステップ210に戻って同様の処理を行い、次の代表3次元物体モデルとの類似度を計算する。ステップ212において全ての代表3次元物体モデルとの照合が終わったら、類似度の最も大きいモデル $C_h$ を選択する（ステップ221）。

#### 【0096】

例えば、モデル $C_h$ との類似度が $\{0.7, 0.9\}$ となったとすると、モデル $C_2$ が選択される。次に、参照画像選出手段82は図21に示すグループ記憶部85より得られるリストから、選択された代表3次元物体モデル $C_2$ に対応する参照画像群 $\{R_1, R_3\}$ を選出する（ステップ230）。この後、図19の処理に移行する。

#### 【0097】

姿勢推定・照合手段53は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする（図19のステップ150）。次に、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群 $L$ に含まれるか否かを判断し（ステップ240）、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群に含まれる場合には、次のステップ110に進み、含まれない場合にはステップ151に進む。

#### 【0098】

ここでは、 $R_1, R_3$ の場合にはステップ110に進み、 $R_2$ の場合にはステップ151に進む。ステップ110に進んだ場合には、第1の実施形態と同様の処理を行うことにより姿勢候補決定手段20、比較画像生成手段40、画像照合手段55は、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像 $R_k$ との最小距離値を求める（ステップ110～140）。次に、姿勢推定・照合手段53は画像番号 $k$ を1増やし（ステップ151）、画像番号 $k$ と画像数 $M$ との比較を行い（ステップ152）、画像番号 $k$ が画像数 $H$ 以下の場合には、ステップ240に戻って同様の処理を行う。ここでは、 $R_1, R_3$ の場合には最小距離値が計算される。最後に、ステップ152で画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする（ステップ153）。

#### 【0099】

本実施形態では、物体の3次元データを計測し、姿勢や照明条件を補正しながら3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合・検索ができる。また、照合時に物体の3次元データを計測し、3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が1枚乃至数枚しか存在しない場合にも、高精度に

照合・検索ができる。更に、代表 3 次元物体モデルとの照合により参照画像を選出するように構成されているため、高速な検索ができる。

#### 【0100】

なお、第 4 の実施形態では、選択する代表 3 次元物体モデルは 1 つと説明したが、複数選択しても良い。この場合、各代表 3 次元物体モデルに対応する参照画像群の合併集合を参照画像群とする。

#### 【0101】

(第 5 の実施形態)

図 23 は本発明の第 5 の実施形態の構成を示すブロック図である。図 23 では図 1 や図 17 と同一部分は同一符号を付している。本実施形態では、3 次元データ入力手段 10 と、参照画像記憶部 30 と、姿勢推定・照合手段 53 と、代表画像記憶部 31 と、第 2 の姿勢推定・照合手段 54 と、グループ記憶部 86 と、参照画像選出手段 82 とから構成されている。姿勢推定・照合手段 50、53 は、姿勢候補決定手段 20 と、比較画像生成手段 40 と、画像照合手段 55 とを含んでいる。

#### 【0102】

これらの手段はそれぞれ概略次のように動作する。まず、3 次元データ入力手段 10 と、参照画像記憶部 30 と、姿勢候補決定手段 20 と、比較画像生成手段 40 と、画像照合手段 55 は、図 1 に示す第 1 の実施形態のものと同一の処理を行う。

#### 【0103】

また、代表画像記憶部 31 には、予め用意された代表的な画像が記憶されている。これは、参照画像記憶部 30 における参照画像の一部であっても良いし、当該参照画像の平均等により生成された新たな画像であっても良い。また、参照画像記憶部 30 における参照画像の一部である場合には、画像番号のみを記憶し、参照画像記憶部 30 における参照画像を参照するようにしても良い。

#### 【0104】

グループ記憶部 86 には、代表画像と参照画像の関連情報（代表画像と参照画像とを対応付ける情報）が予め記憶されている。第 2 の姿勢推定・照合手段 54 は 3 次元データ入力手段 10 より得られる 3 次元データと、代表画像記憶部 31 より得られる各代表画像との照合を行い、最も類似した代表画像を選択する。参照画像選出手段 82 はグループ記憶部 86 より得られる関連情報から、第 2 の姿勢推定・照合手段 54 より得られる選択された代表画像に対応する参照画像群を選出する。

#### 【0105】

姿勢推定・照合手段 53 は 3 次元データ入力手段 10 より得られる 3 次元データと、参照画像記憶部 30 より得られる参照画像との最小距離値（もしくは最大類似度）を求め、当該最小距離値の最も小さい参照画像を選出する。ここで、対象とする参照画像は参照画像選出手段 82 より得られる参照画像群とする。

#### 【0106】

次に、図 23、図 24 及び図 19 のフローチャートを参照して本実施形態の全体動作について詳細に説明する。まず、図 24 に示すように 3 次元データ入力手段 10 により 3 次元データを入力する（図 24 のステップ 100）。第 2 の姿勢推定・照合手段 54 は初めに代表画像の画像番号を  $h=1$  とする（ステップ 215）。次に、3 次元データと各代表画像  $R'_h$  との類似度  $S_h$  を求める（ステップ 225）。

#### 【0107】

次に、画像番号  $h$  を 1 増やし（ステップ 211）、画像番号  $h$  と画像数  $H$  との比較を行い（ステップ 217）、画像番号  $h$  が画像数  $H$  以下の場合には、ステップ 225 に戻って同様の処理を行い、次の代表画像との類似度を計算する。ステップ 217 で全ての代表画像との照合が終わったら、類似度の最も大きい代表画像  $R'_h$  を選択する（ステップ 226）。次に、参照画像選出手段 82 はグループ記憶部 86 より得られる関連情報から、選択された代表画像に対応する参照画像群を選出する（ステップ 235）。図 24 のステップ 235 は図 19 のステップ 150 に続いている。

## 【0108】

姿勢推定・照合手段53は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする(図19のステップ150)。次に、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群に含まれるかどうかを判断し(ステップ240)、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群に含まれる場合には、次のステップ110に進み、含まれない場合にはステップ151に進む。

## 【0109】

ステップ110に進んだ場合には、第1の実施形態と同じ処理により姿勢候補決定手段20、比較画像生成手段40、画像照合手段55は、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像 $R_k$ との最小距離値を求める(ステップ110~140)。次に、姿勢推定・照合手段53は、画像番号 $k$ を1増やし(ステップ151)、画像番号 $k$ と画像数 $M$ との比較を行い(ステップ152)、画像番号 $k$ が画像数 $H$ 以下の場合には、ステップ240に戻って同様の処理を行い、次の参照画像との最小距離値を求める。最後に、ステップ152で画像数 $k$ が画像数 $M$ 以上になった場合には、最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする(ステップ153)。

## 【0110】

次に、具体的な例を用いて本実施形態の動作を更に詳細に説明する。まず、第1の実施形態の説明と同様に参照画像記憶部30には、図4に示すような参照画像 $R_k(r)$ が記憶されている。また、代表画像記憶部31には、図25に示すような代表画像 $R'_h$ が記憶されている。グループ記憶部86には、図26に示すような代表画像に対応して当該代表画像を使用し参照画像を照合した際の上位候補(参照画像群)の画像番号が記憶されている。この照合には、上述の特許文献1、2等に記載の既存の画像照合システムを用いることができる。

## 【0111】

ここで、3次元データ入力手段10から図5に示すような3次元データが入力されたとする(図24のステップ100)。第2の姿勢推定・照合手段54は初めに代表画像の画像番号を $h=1$ とする(ステップ215)。次に、3次元データと各代表画像 $R'_h$ との類似度 $S_h$ を求める(ステップ225)。次に、画像番号 $h$ を1増やし(ステップ211)、画像番号 $h$ と画像数 $H$ との比較を行い(ステップ217)、画像番号 $h$ が画像数 $H$ 以下の場合には、ステップ215に戻って同様の処理を行い、次の代表画像との類似度を計算する。

## 【0112】

ステップ217で全ての代表画像との照合が終わったら、類似度の最も大きい代表画像 $R'_h$ を選択する(ステップ226)。例えば、代表画像 $R'_h$ との類似度が $\{0.7, 0.9\}$ となったとすると、代表画像 $R'_2$ が選択される。次に、参照画像選出手段82は図26に示すグループ記憶部86より得られるリストから、選択された代表画像 $R'_2$ に対応する参照画像群 $\{R_1, R_3\}$ を選出する(ステップ235)。この後、図19の処理を行う。

## 【0113】

姿勢推定・照合手段53は初めに参照画像の画像番号を $k=1$ とする(図19のステップ150)。次に、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群に含まれるかどうかを判断し(ステップ240)、参照画像 $R_k$ が選出された参照画像群に含まれる場合には、次のステップ110に進み、含まれない場合にはステップ151に進む。

## 【0114】

ここでは、 $R_1$ 、 $R_3$ の場合にはステップ110に進み、 $R_2$ の場合にはステップ151に進む。ステップ110に進んだ場合には、第1の実施形態と同じ処理により姿勢候補決定手段20、比較画像生成手段40、画像照合手段55は、最適な姿勢を推定すると共に3次元データと参照画像 $R_k$ との最小距離値を求める(ステップ110~ステップ140)。次に、姿勢推定・照合手段53は画像番号 $k$ を1増やし(ステップ151)、画像番号 $k$ と画像数 $M$ との比較を行い(ステップ152)、画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以下の場合には、ステップ240に戻って同様の処理を行う。ここでは、 $R_1$ 、 $R_3$ の場合に最小距離値

が計算される。最後に、ステップ152で画像番号 $k$ が画像数 $M$ 以上になると、最小距離値の最も小さい参照画像 $R_k$ を照合結果とする（ステップ153）。

【0115】

なお、第5の実施形態では、選択する代表画像は1つとしたが、複数選択しても良い。この場合、各代表画像に対応する参照画像群の合併集合を参照画像群とする。

【0116】

本実施形態では、物体の3次元データを計測し、姿勢や照明条件を補正しながら3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の参照画像が姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度に照合・検索ができる。また、照合時に物体の3次元データを計測し、3次元データと参照画像を比較し照合するため、各物体の3次元物体モデルが予め得られなかったり、参照画像が1枚乃至数枚しか存在しない場合にも、高精度に照合・検索ができる。更に、代表画像との照合により参照画像を選出するため、高速な検索ができる。

【0117】

なお、第1～第5の実施形態では、3次元データ（モデル）は物体表面の3次元空間（ $x$ ,  $y$ ,  $z$ ）内での形状とテクスチャを情報として持っているとしたが、同等の情報が得られればこれに限るものではない。例えば、ある方向からの物体表面への距離を画像として表現した距離画像と当該方向から撮影したテクスチャ画像等でも良い。

【0118】

ここで、本発明の画像照合システムは、構成要素である各手段の機能をハードウェア的に実現できることは勿論として、上記第1～第5の実施形態の各手段の機能を実行する画像照合プログラム（アプリケーション）をコンピュータ処理装置のメモリにロードしてコンピュータ処理装置を制御することで実現することができる。この画像照合プログラムは磁気ディスク、半導体メモリ、その他の記録媒体に格納し、その記録媒体からコンピュータ処理装置にロードし、コンピュータ処理装置の動作を制御することにより上述した各機能を実現する。

【産業上の利用可能性】

【0119】

本発明は、データベースから人の顔等の物体の画像を検索する画像照合システムや、画像照合システムをコンピュータで実現するためのプログラムといった用途に適用できる。また、ネットワークやインターネット上に存在する人の顔等の物体の画像を検索するといった用途にも適用可能である。更に、身分証明写真等の画像とそれを保持する人物が同一人物であるかを判定するといった用途にも好適に使用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0120】

【図1】本発明による画像照合システムの第1の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態の1対1照合における動作を示す流れ図である。

【図3】第1の実施形態の1対N照合における動作を示す流れ図である。

【図4】第1の実施形態の参照画像の具体例を示す図である。

【図5】第1の実施形態の3次元データの具体例を示す図である。

【図6】第1の実施形態の比較画像の具体例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図8】第2の実施形態の1対N照合における動作を示す流れ図である。

【図9】第2の実施形態の補正係数の具体例を示す図である。

【図10】本発明の第3の実施形態の構成を示すブロック図である。

【図11】第3の実施形態の1対N照合における動作を示す図である。

【図12】第3の実施形態の標準3次元基準点の具体例を示す図である。

【図13】第3の実施形態の標準3次元重み係数の具体例を示す図である。

【図14】第3の実施形態の参照重み係数の具体例を示す図である。



- 【図 15】 第 3 の実施形態の入力 3 次元基準点の具体例を示す図である。  
【図 16】 第 3 の実施形態の 2 次元重み係数の具体例を示す図である。  
【図 17】 本発明の第 4 の実施形態の構成を示すブロック図である。  
【図 18】 第 4 の実施形態の動作を示す流れ図である。  
【図 19】 第 4 の実施形態の動作を示す流れ図である。  
【図 20】 第 4 の実施形態の代表 3 次元物体モデルの具体例を示す図である。  
【図 21】 第 4 の実施形態のグループの具体例を示す図である。  
【図 22】 第 4 の実施形態の代表 3 次元物体モデルによる照合結果の具体例を示す図である。  
【図 23】 本発明の第 5 の実施形態の構成を示すブロック図である。  
【図 24】 第 5 の実施形態の動作を示す流れ図である。  
【図 25】 第 5 の実施形態の代表画像の具体例を示す図である。  
【図 26】 第 5 の実施形態のグループの具体例を示す図である。  
【図 27】 従来例の画像照合システムを示すブロック図である。  
【図 28】 他の従来例の画像照合システムを示すブロック図である。  
【図 29】 更に他の従来例の画像照合システムを示すブロック図である。

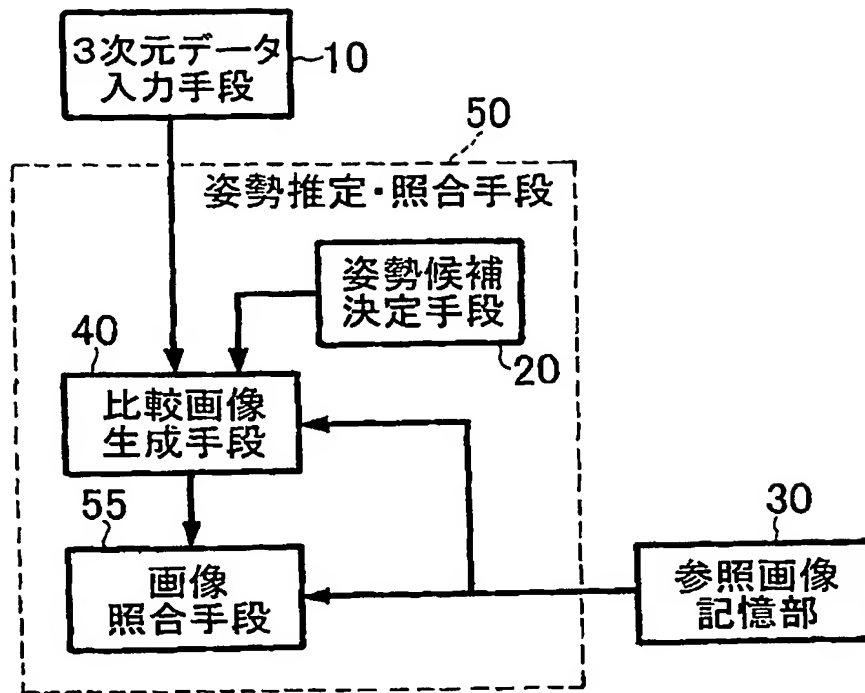
## 【符号の説明】

## 【0121】

- 10 3 次元データ入力手段
- 12 3 次元基準点抽出手段
- 15 画像入力手段
- 17、18 画像変換手段
- 20 姿勢候補決定手段
- 22 照明変動補正手段
- 30 参照画像記憶部
- 31 代表画像記憶部
- 35 標準 3 次元物体モデル記憶部
- 36 代表 3 次元物体モデル記憶部
- 37 参照 3 次元物体モデル記憶部
- 40 比較画像生成手段
- 50、51、52、53 姿勢推定・照合手段
- 54 第 2 の姿勢推定・照合手段
- 55、56、57、58 画像照合手段
- 60 スコア補正手段
- 65 参照補正係数記憶部
- 70 入力重み係数変換手段
- 72 標準 3 次元基準点記憶部
- 75 標準 3 次元重み係数記憶部
- 77 参照重み係数記憶部
- 80 3 次元照合手段
- 82 参照画像選出手段
- 85、86 グループ記憶部

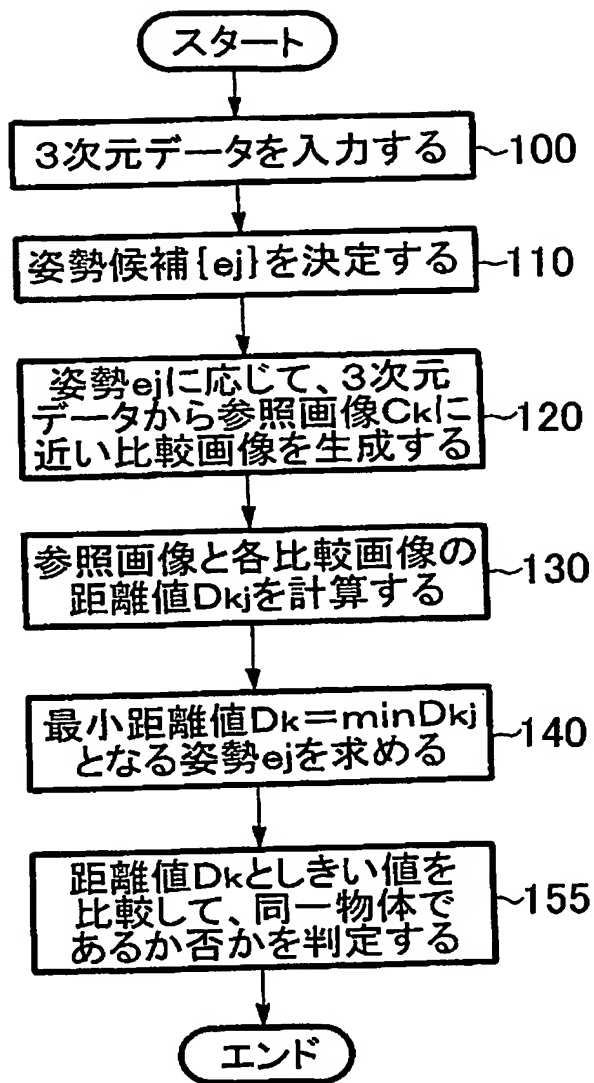
【書類名】 図面

【図 1】

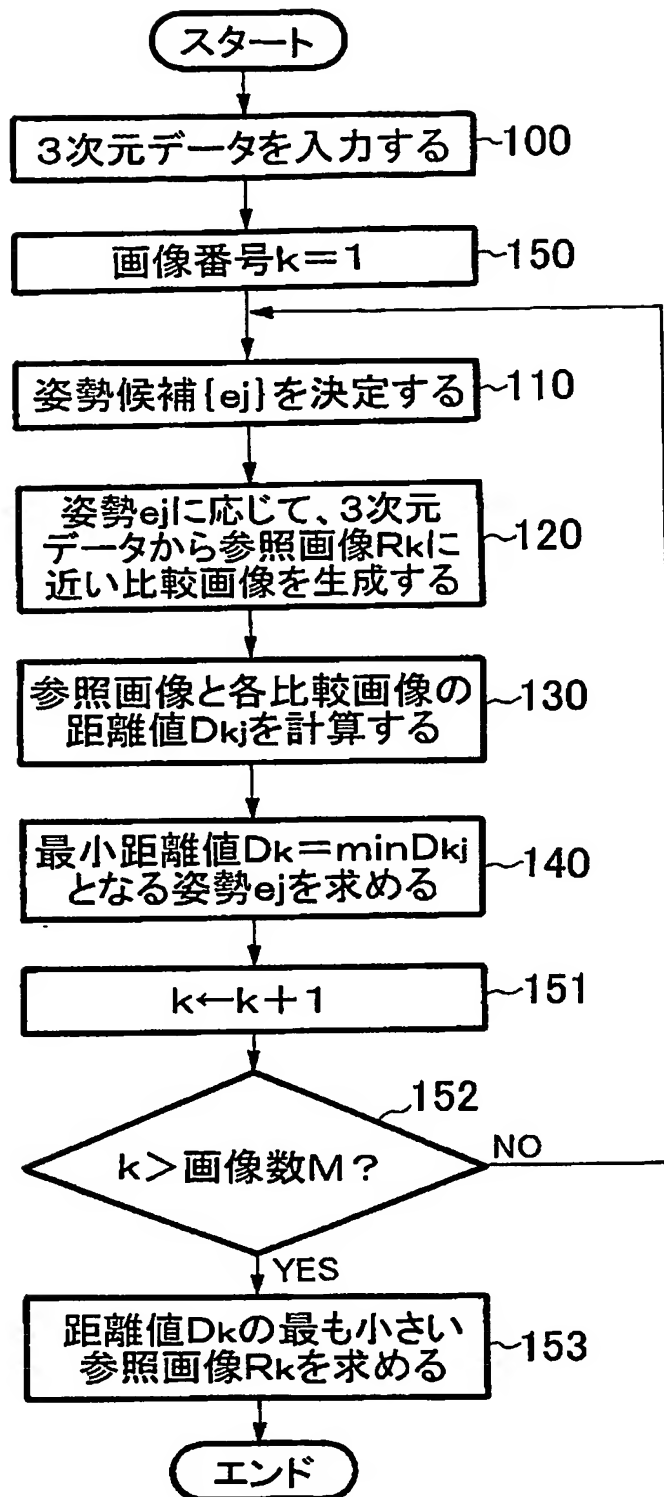




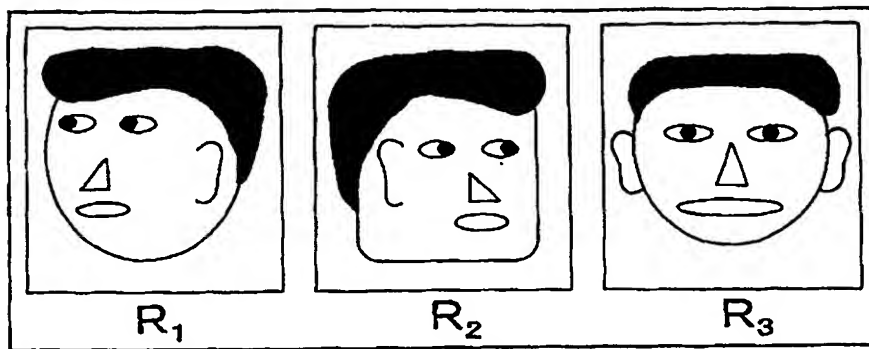
【図 2】



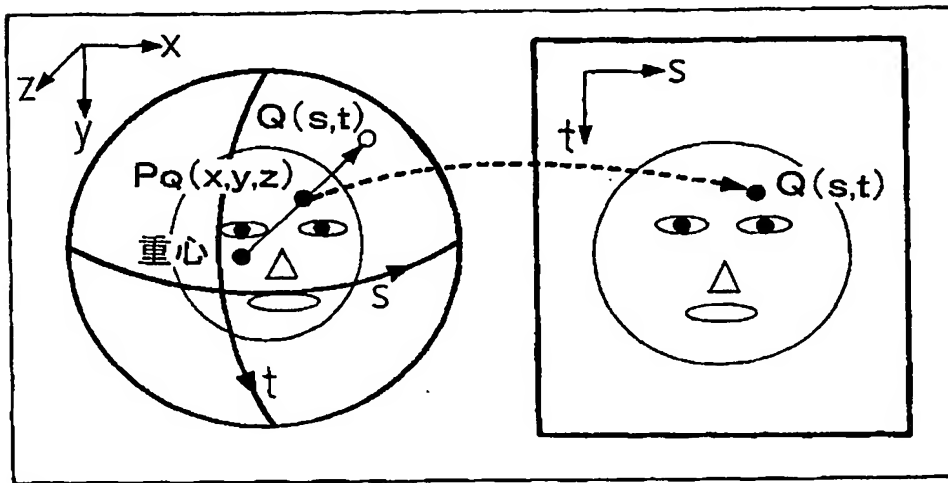
【図 3】



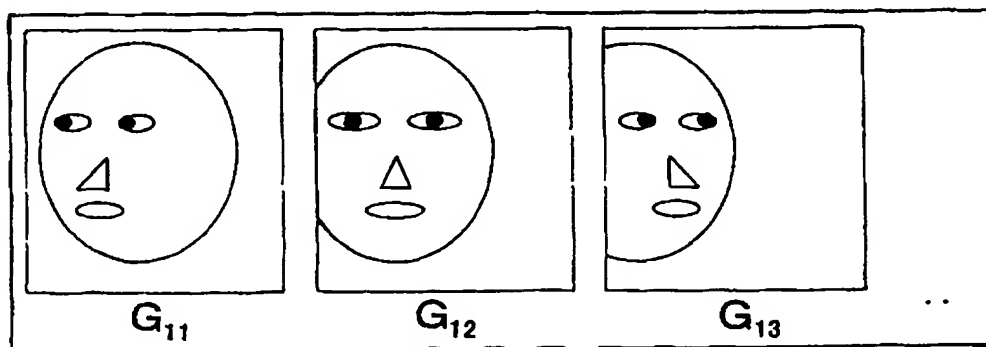
【図4】



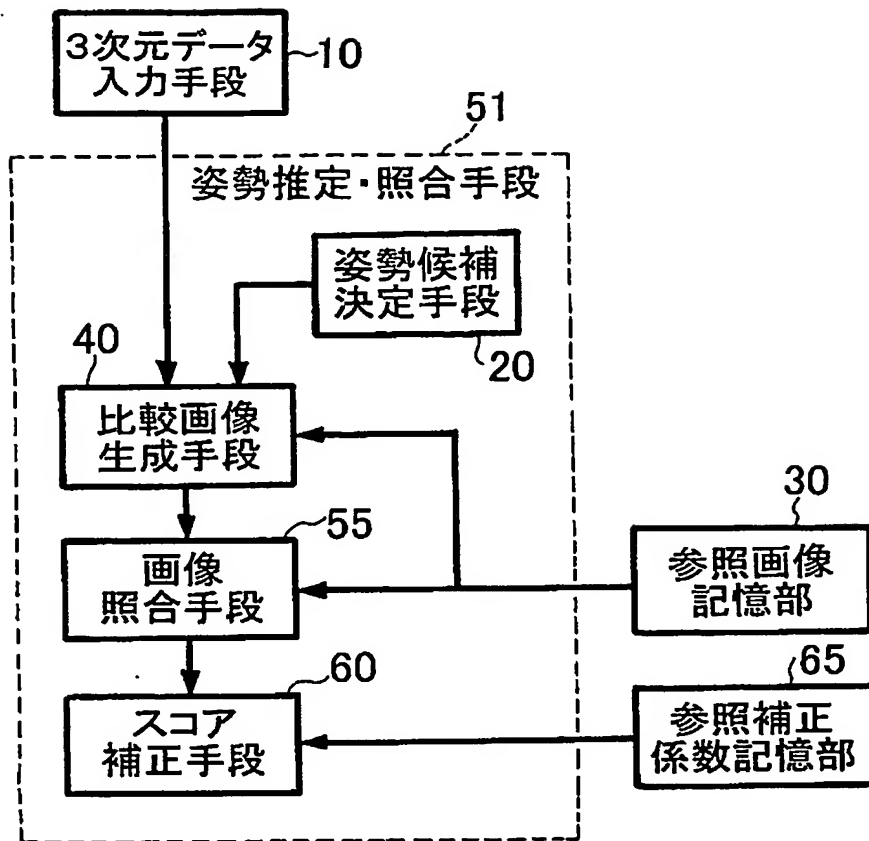
【図5】



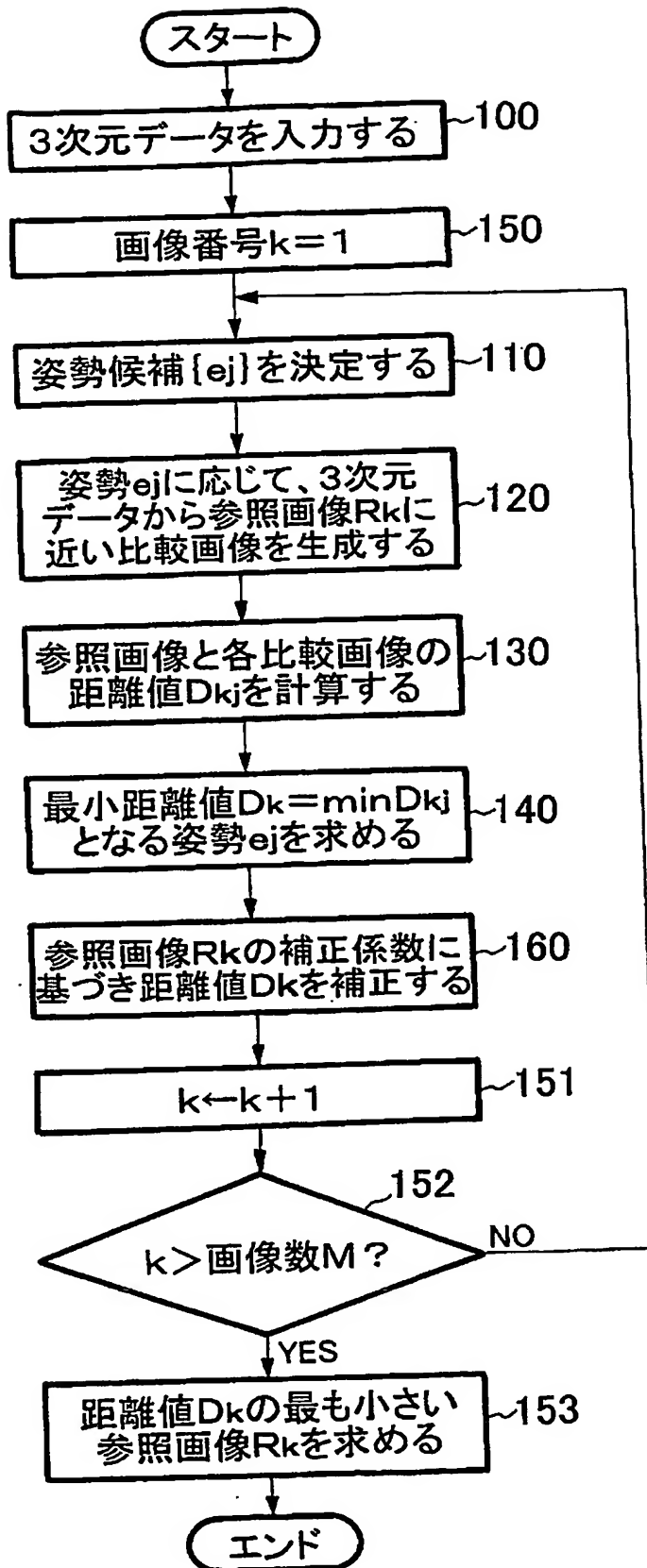
【図6】



【図 7】



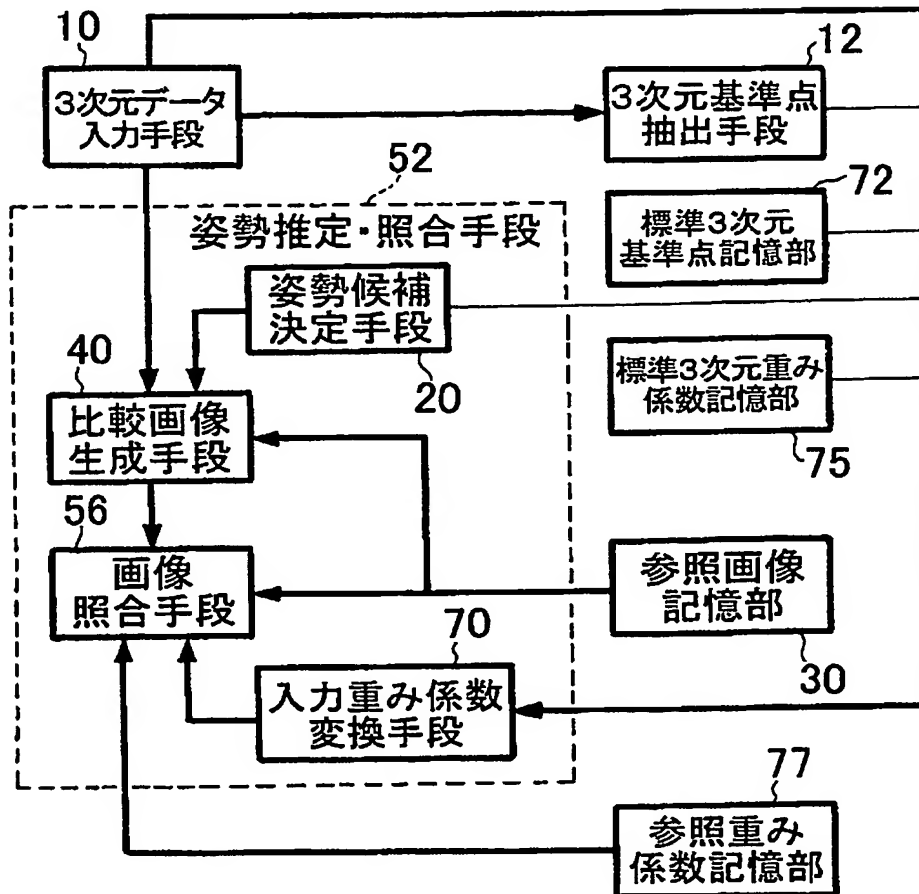
【図 8】



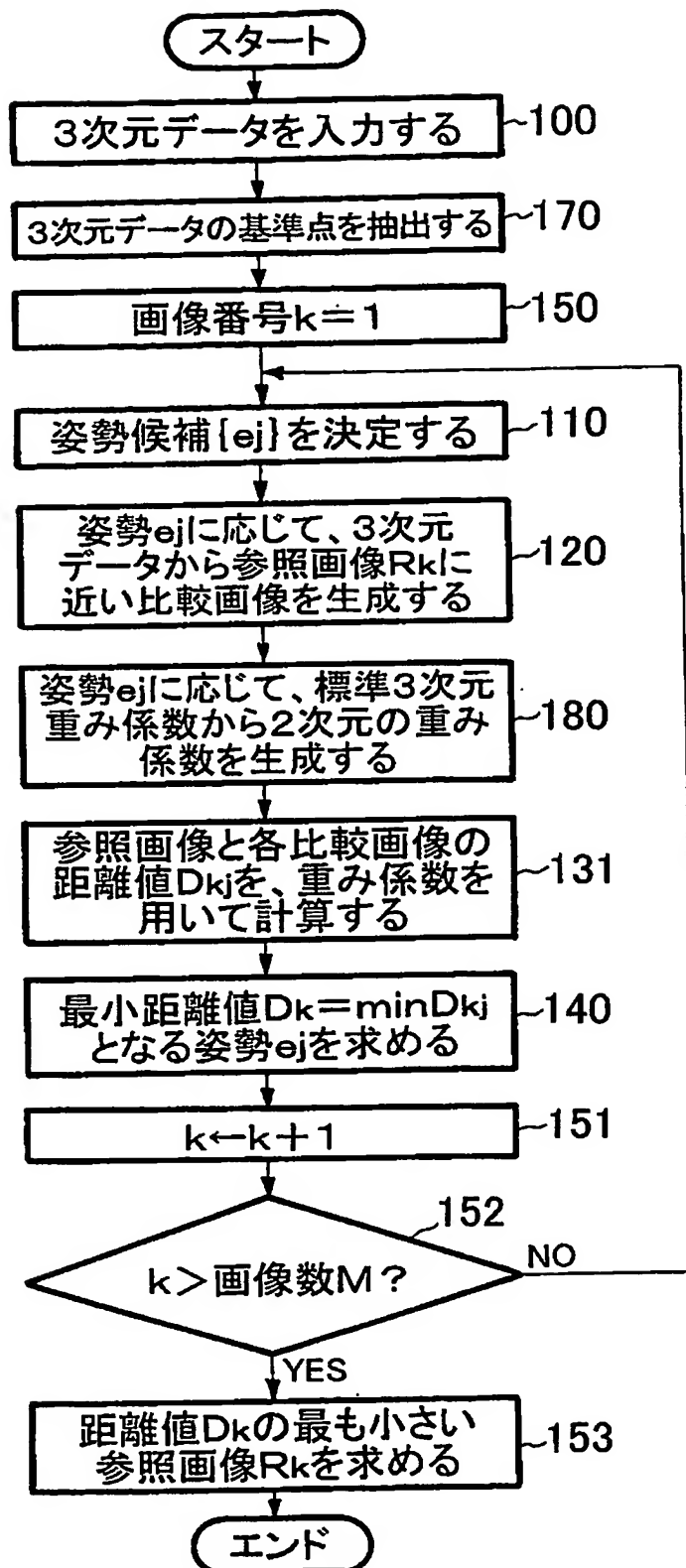
【図 9】

画像番号	補正係数
1	0.4
2	0.5
3	1.0

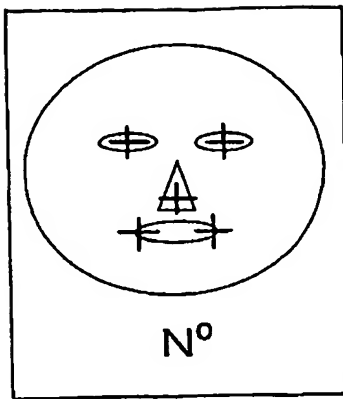
【図 10】



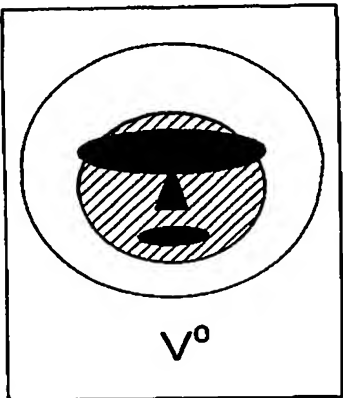
【図 11】



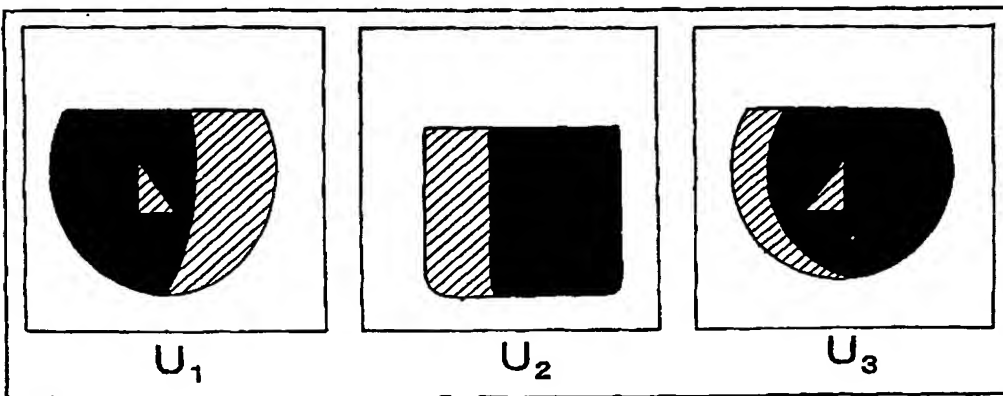
【図 12】



【図 13】

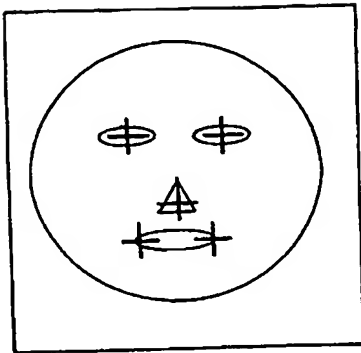


【図 14】

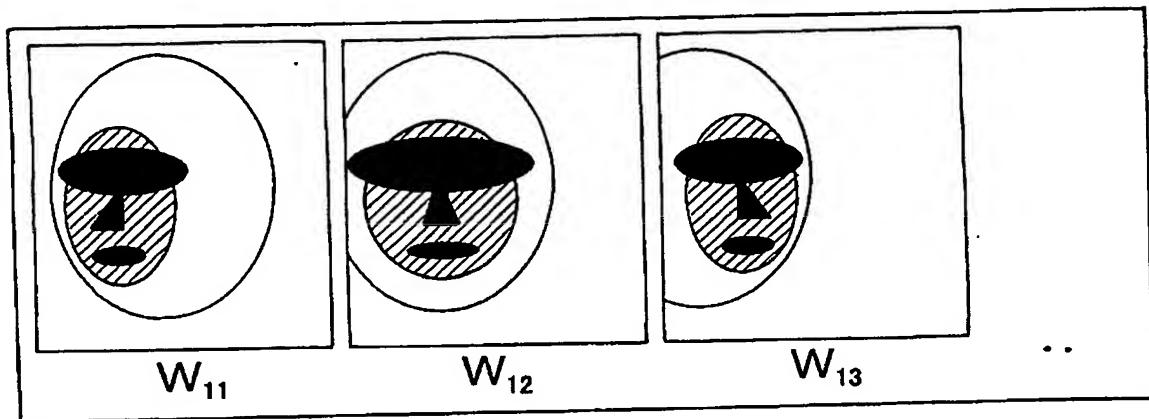




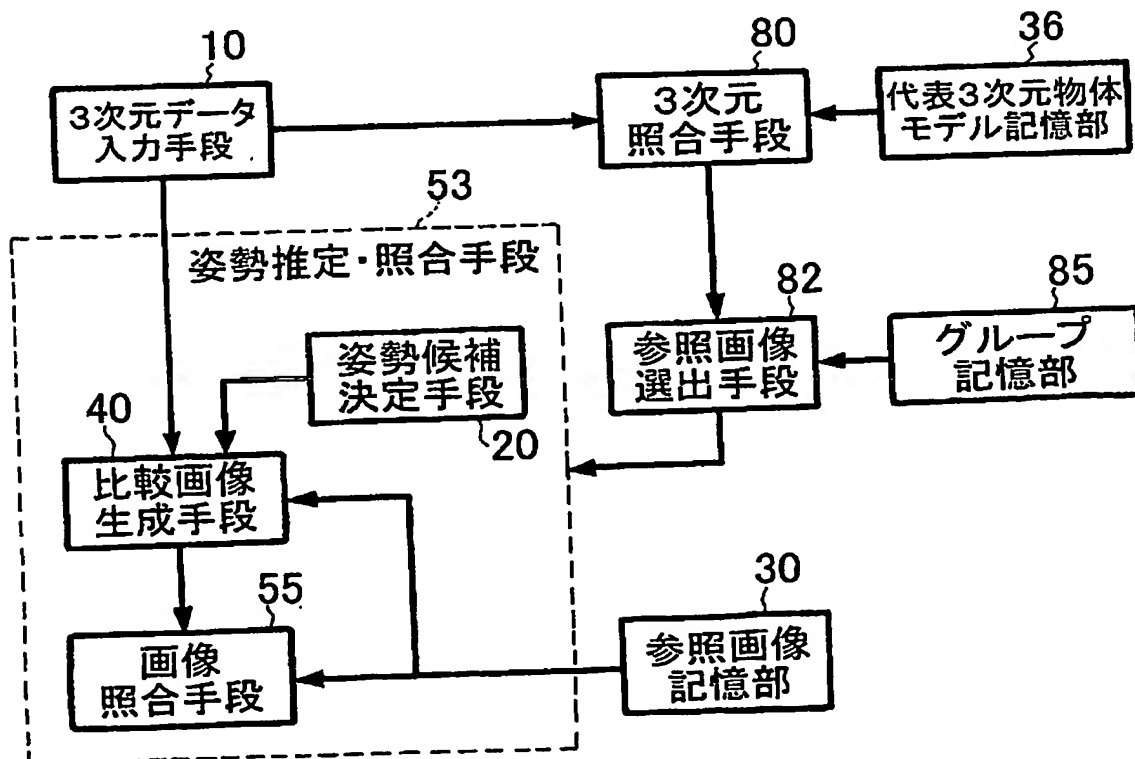
【図15】



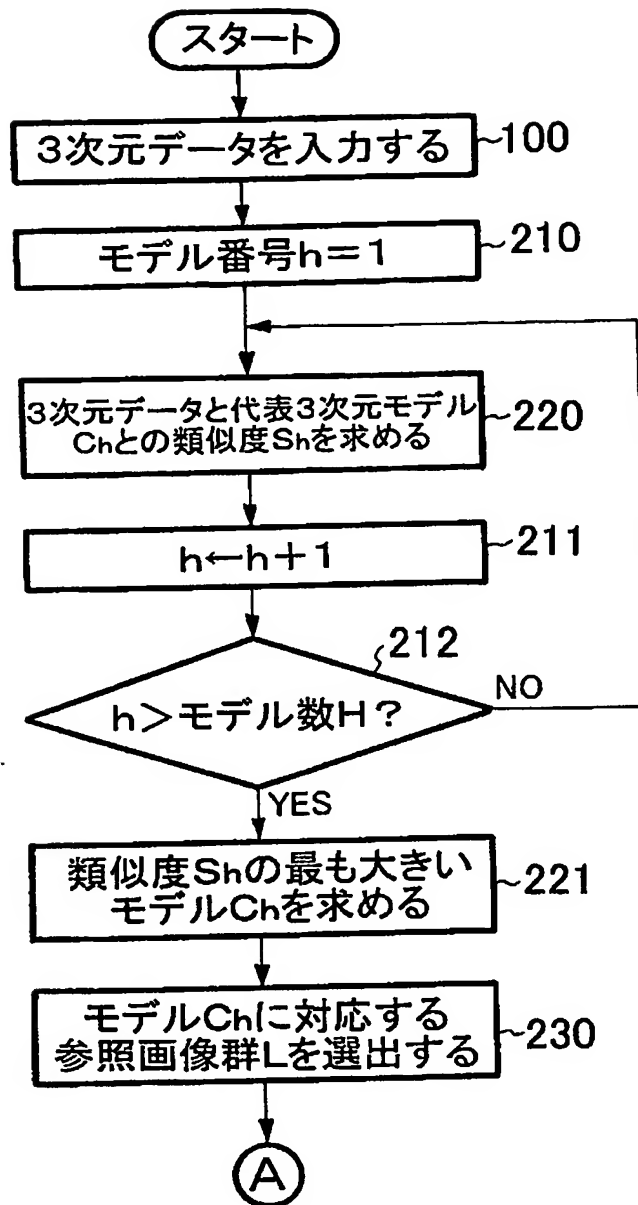
【図16】



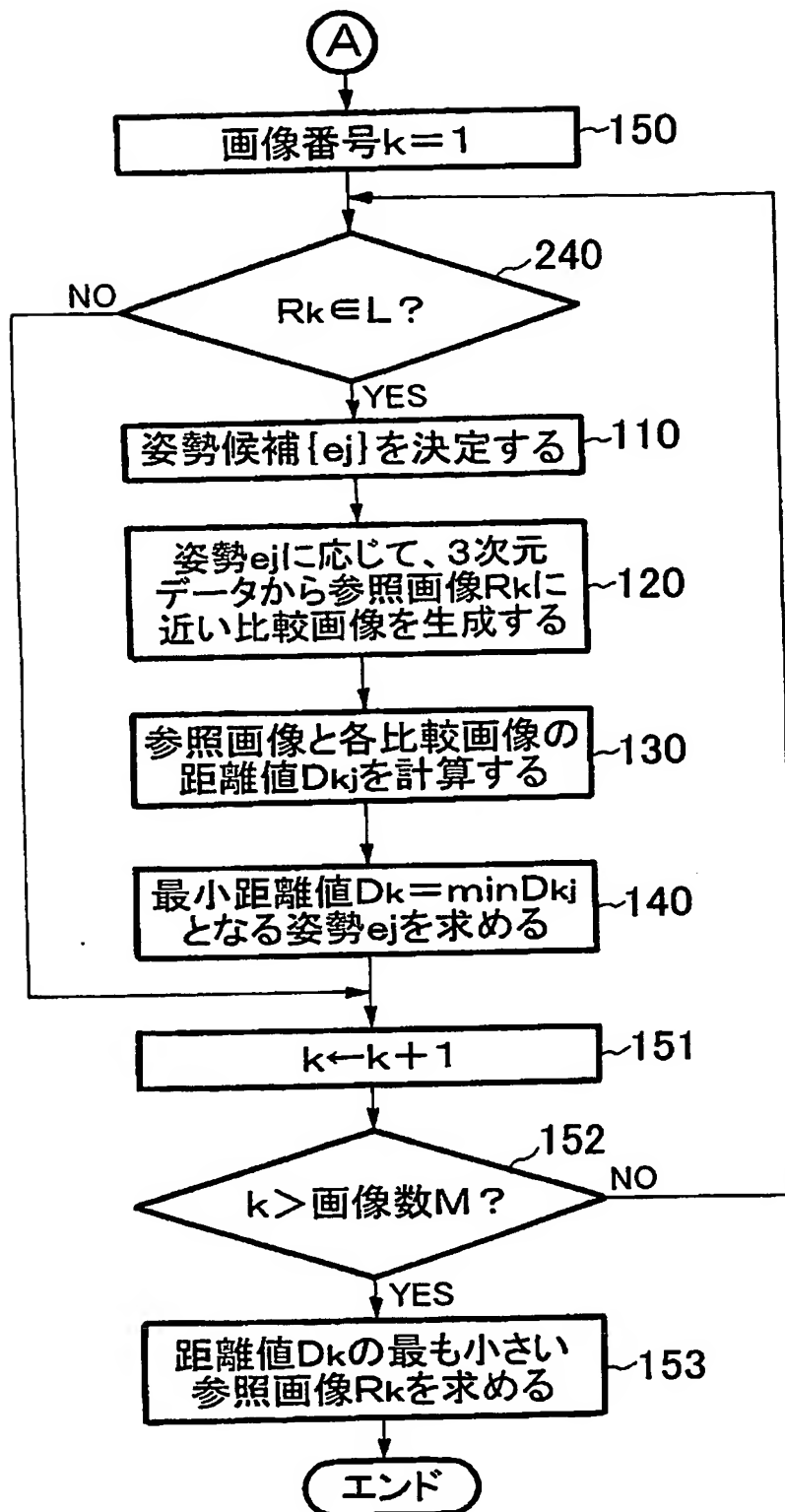
【図17】



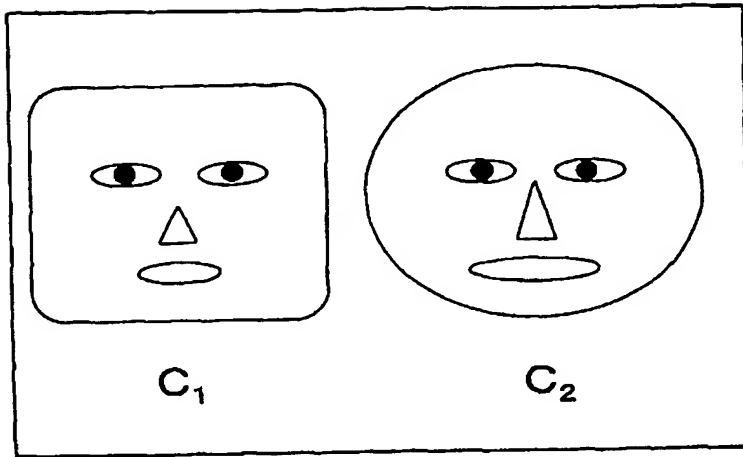
【図18】



【図19】



【図 20】



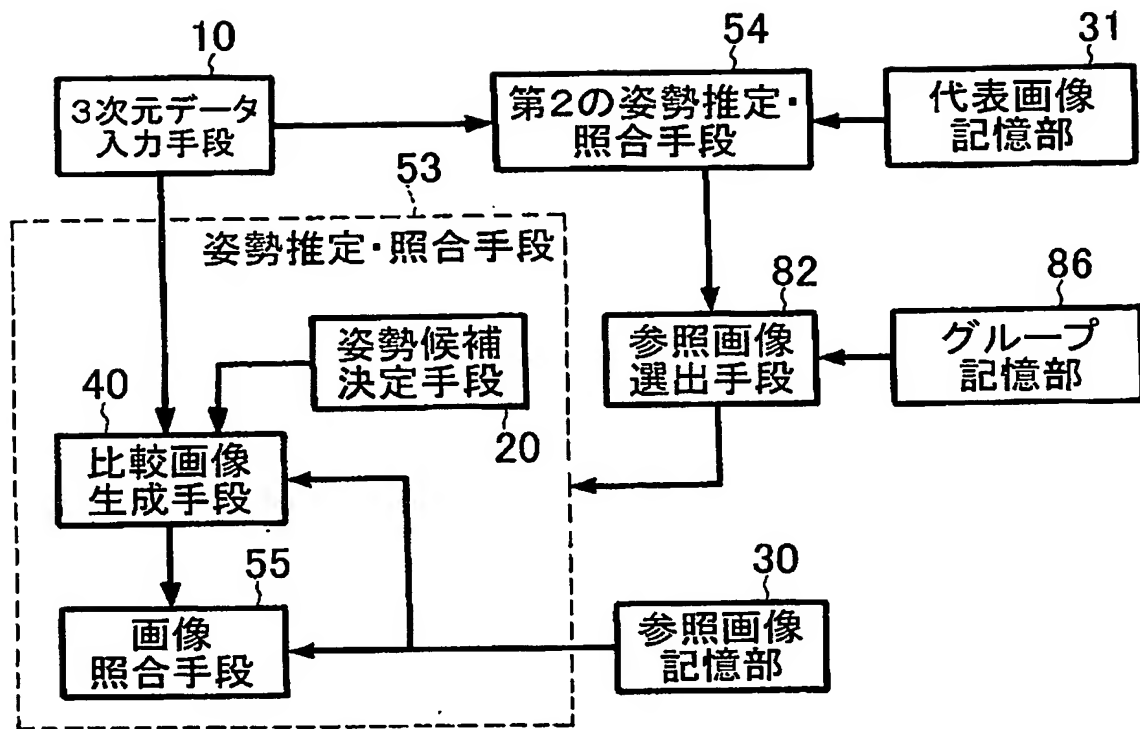
【図 21】

モデル番号	参照画像番号
1	2
2	1, 3

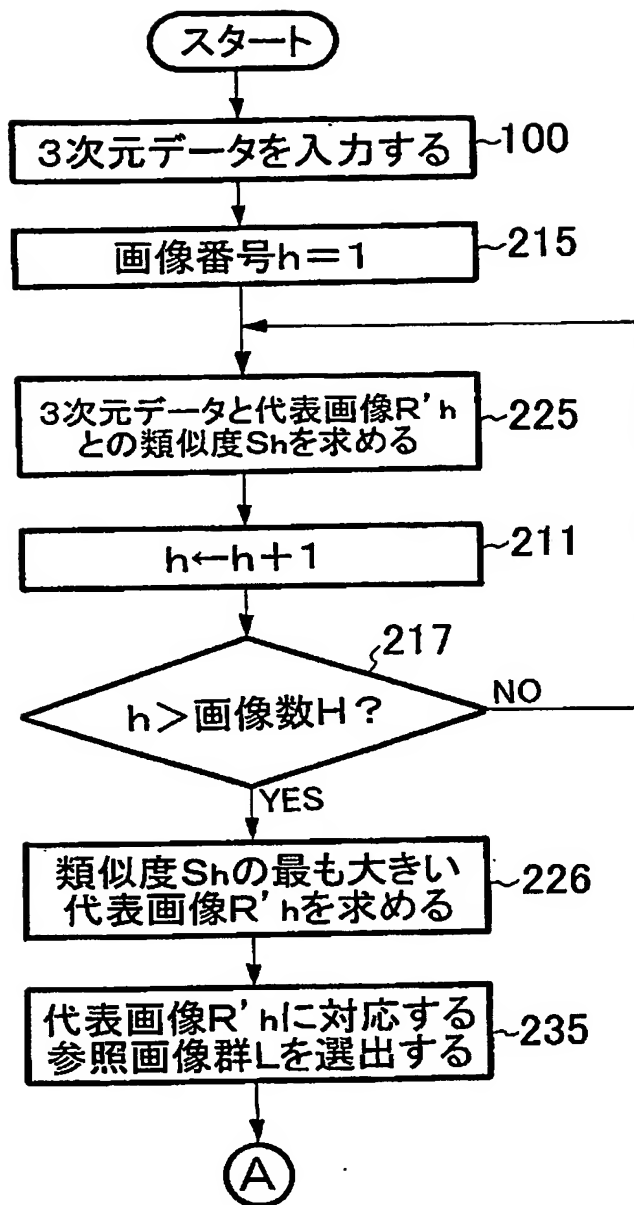
【図 22】

モデル番号	参照画像番号: 距離値
1	2:20    1:50    3:60
2	1:25    3:30    2:70

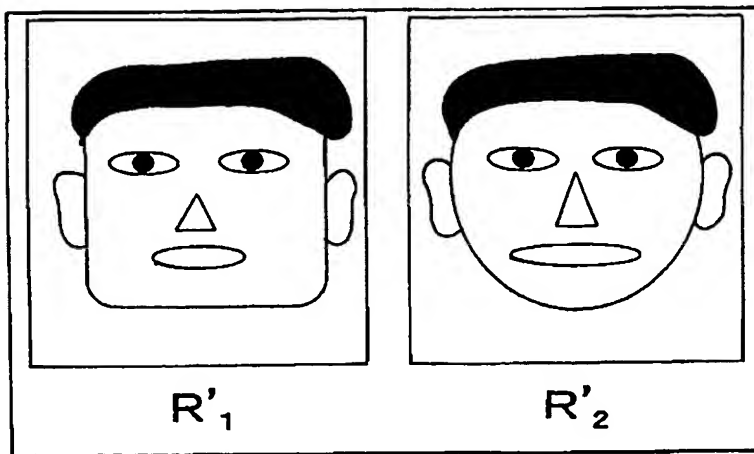
【図 23】



【図 24】



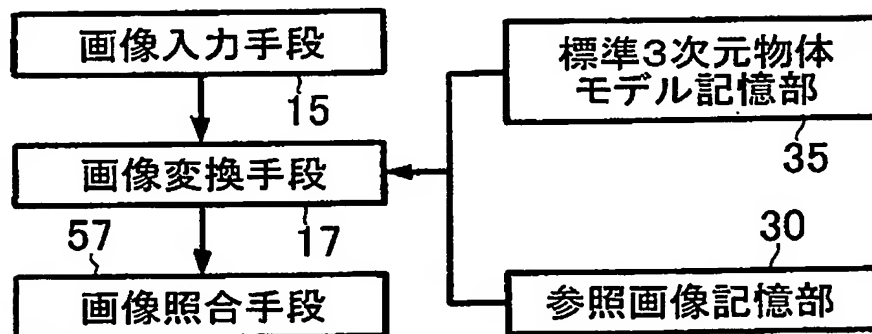
【図 25】



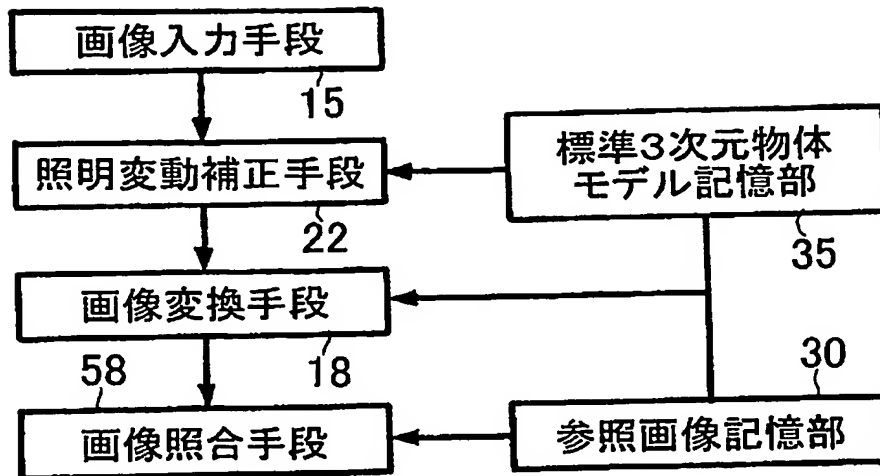
【図 26】

画像番号	参照画像番号
1	2
2	1, 3

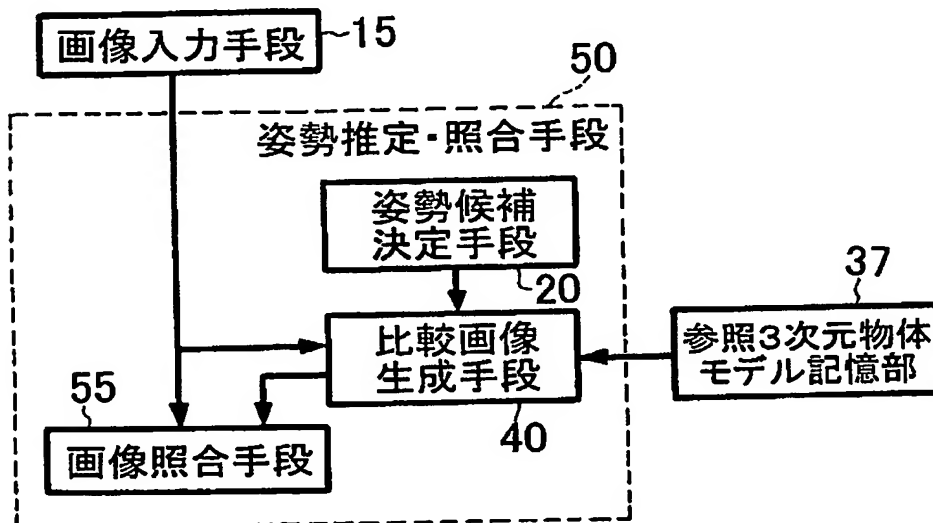
【図 27】



【図28】



【図29】





**【書類名】要約書****【要約】**

**【課題】** 物体の参照画像が 1 枚乃至少数しか存在せず、且つ、姿勢や照明等異なる条件で撮影されている場合にも、高精度な照合や検索を行うことが可能な画像照合システム及び方法を提供する。

**【解決手段】** 比較画像生成手段 4 0 は、姿勢候補に応じて 3 次元データ入力手段 1 0 から入力された 3 次元データを 2 次元の画像に射影しつつ参照画像に近い比較画像を生成し、画像照合手段 5 5 は、当該比較画像と当該参照画像との距離値を求め、距離値の最も小さい比較画像を選出することにより照合を行う。また、スコア補正手段 6 0 は、参照画像に対応した補正係数を用いて距離値を補正する。更に、姿勢推定・照合手段 5 1 は、距離値の最も小さい参照画像を照合結果とする。

**【選択図】** 図 7

特願 2 0 0 3 - 3 6 0 7 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 3 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**